

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**ESPECIALIDAD INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**



**TEMA:**

**“Determinación de Zonas Prioritarias para Conservación de la  
Subcuenca Del Río Patate”**

**TRABAJO DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORES:**

**Manuel Eduardo Barbosa**

**Laura del Rosario Cadena Coronel**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Ing. Renán Lara Landázuri**

**ASESOR DE TESIS:**

**Ing. Lola Jiménez Calderón**

**Latacunga – Ecuador**

**2010**

## **PAGINA DE AUTORÍA**

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE TESIS  
NOS RESPONSABILIZAMOS COMO AUTORES

Laura del Rosario Cadena Coronel  
C.C.: 050131152-6

Manuel Eduardo Barbosa  
C.C.: 050229677-5

Latacunga, Abril 2011

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR**

Yo, **ING. RENAN LARA LANDÁZURI**, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la Presente Tesis de Grado: **“Determinación de Zonas Prioritarias para Conservación de la Subcuenca Del Río Patate”**, de autoría de los Señores Manuel Eduardo Barbosa y Laura del Rosario Cadena Coronel, de la especialidad de Ingeniería en Medio Ambiente. **C E R T I F I C O**: que ha sido prolijamente revisada. Por tanto, autorizo la presentación; la misma que está de acuerdo a las normas establecidas en el REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, vigente.

Ing. Renán Lara Landázuri  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer a Dios por otorgarnos la sabiduría y la salud para lograrlo y bendecirnos con la posibilidad de caminar a su lado durante toda la vida.

A nuestros padres, por el apoyo incondicional que nos dieron a lo largo de la carrera.

A nuestros esposos e hijos, por estar siempre a nuestro lado

Quisiéramos dar las gracias a todos los profesores, que hicieron de nosotros unos grandes profesionales y mejores personas.

Al Ing. Renán Lara y a la Ing. Lola Jiménez, por su asesoría y dirección en el trabajo de investigación

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo nuestro más sincero agradecimiento.



## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta tesis a nuestras familias y amistades las cuales nos ayudaron con su apoyo incondicional a ampliar nuestros conocimientos y estar más cerca de nuestras metas profesionales.

# ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINAS
<b>RESUMEN</b>	<b>15</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>16</b>
<b>1.1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>17</b>
<b>1.2. PROBLEMÁTICA GENERAL, IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD</b>	<b>21</b>
<b>1.3. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCION</b>	<b>23</b>
<b>1.4. OBJETIVO GENERAL</b>	<b>24</b>
<b>1.5. OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>25</b>
<b>1.6. DISEÑO DE LA TESIS</b>	<b>25</b>
<b>1.7. HIPOTESIS</b>	<b>28</b>
<b>1.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>	<b>28</b>
<b>1.9. LIMITACIONES</b>	<b>28</b>
<b>1.10. ALCANCE</b>	<b>29</b>
<b>1.11. ESTRUCTURA DEL PROYECTO</b>	<b>30</b>
<b>CAPITULO I</b>	<b>32</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>32</b>
<b>2.1 Introducción</b>	<b>32</b>
<b>2.2. Normativa Ambiental</b>	<b>32</b>
<b>2.2.1. Constitución Política de la República del Ecuador</b>	<b>33</b>
<b>2.2.2. Ley de Gestión Ambiental</b>	<b>34</b>
<b>2.2.3. Políticas Básicas Ambientales del Ecuador</b>	<b>35</b>
<b>2.3 Cuenca Hidrográfica</b>	<b>37</b>
<b>2.3.1 Definición</b>	<b>37</b>
<b>2.3.2 Elementos</b>	<b>38</b>
<b>2.3.3 Partes de una cuenca hidrográfica</b>	<b>39</b>
<b>2.3.4. Clasificación</b>	<b>41</b>
<b>2.4 Factores Ambientales</b>	<b>42</b>
<b>2.4.1 Factores Físicos</b>	<b>42</b>
<b>2.4.1.a Relieve y Fisiografía.</b>	<b>42</b>
<b>2.4.1.b Geología y Geomorfología</b>	<b>43</b>
<b>2.4.1.c Clima</b>	<b>43</b>
<b>2.4.1.d Agua</b>	<b>45</b>
<b>2.4.1.e Suelo</b>	<b>51</b>
<b>2.4.2 Factores Bióticos</b>	<b>55</b>
<b>2.4.2.a Zonas de Vida</b>	<b>55</b>
<b>2.4.2.b Flora</b>	<b>56</b>
<b>2.4.2.c Fauna</b>	<b>56</b>
<b>2.4.3 Factores Socio Económicos Culturales</b>	<b>56</b>
<b>2.4.3.1 Población</b>	<b>58</b>
<b>2.4.3.2 Salud</b>	<b>58</b>

2.4.3.3 Educación	58
2.4.3.4 Infraestructura	59
2.4.3.5 Paisaje	59
2.4.3.6 Capital Social	59
2.4.3.7 Tenencia de Tierra	60
2.4.3.8 Actividades Económicas	60
<b>2.5. Geoinformación Integrada por Paisajes</b>	<b>61</b>
2.5.1. Dinámica y Funcionamiento de la Cuenca	61
2.5.2. Factores Endogenéticos	61
2.5.3. Factores Exogenéticos	63
2.5.4. La Ecología del Paisaje	64
<b>2.6. Manejo de Cuencas Hidrográficas</b>	<b>65</b>
2.6.1. Utilización de herramientas SIG orientado al manejo de cuencas	65
2.6.2. Geoprocesamiento	66
<b>2.7 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS</b>	<b>68</b>
2.7.1 Zonificación Ecológica Económica (ZEE)	68
2.7.2 Caudal Ecológico	72
<b>2.8. Impacto Ambiental</b>	<b>72</b>
<b>2.9. Plan de Manejo Ambiental</b>	<b>73</b>
<b>CAPITULO II</b>	<b>74</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>74</b>
<b>3.1 Introducción</b>	<b>74</b>
<b>3.2. Procesos</b>	<b>74</b>
3.2.1. Recopilación de Información	74
3.2.2. Estandarización de la Base Cartográfica	85
3.2.3. Análisis del Componente Físico	87
3.2.4. Análisis del Componente Biótico	96
3.2.5. Análisis del Componente Socioeconómico	96
<b>CAPITULO III</b>	<b>98</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>98</b>
<b>DESCRIPCION E INTERPRETACION DE UNIDADES TEMATICAS GENERADAS DENTRO DE LA SUBCUENCA</b>	<b>98</b>
<b>4.1. PAISAJES DE LA SUBCUENCA DEL RIO PATATE</b>	<b>98</b>
4.1.1 PAISAJE SIERRA ALTA Y FRÍA	100
4.1.2. PAISAJE ESTRIBACIONES INTERIORES DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL	103
4.1.3. PAISAJE FONDO DE CUENCA INTERANDINA	106
4.1.4. PAISAJE EDIFICOS VOLCÁNICOS	110
4.1.4.b.1. Volcán Cotopaxi	113
4.1.4.b.2. Volcán Tungurahua	115
<b>4.2. CLIMA</b>	<b>116</b>
4.2.1. Análisis de los Elementos del Clima	117
4.2.1.a. PRECIPITACIÓN P (mm)	119
4.2.1.b. TEMPERATURA MEDIA (°C)	121
4.2.1.c. TEMPERATURAS EXTREMAS (°C)	122
4.2.1.d. HUMEDAD RELATIVA (%)	124
4.2.1.e. NUBOSIDAD (octavos)	125
4.2.1.f. HELIOFANIA (horas/sol)	126
4.2.1.g. REGIMEN DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL - ETP (mm)	127

4.2.1.h.	BALANCE HIDROLÓGICO CLIMÁTICO (BHC)	128
4.3.	CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA	130
4.3.1.	Clima Seco Templado (5)	131
4.3.2.	Clima Sub - Húmedo Sub - Templado (6)	131
4.3.3.	Clima Sub - Húmedo Templado (9)	131
4.3.4.	Clima Húmedo Sub-Templado (10)	132
4.3.5.	Clima Húmedo Templado (13)	132
4.3.6.	Clima Muy Húmedo Sub - Templado (14)	132
4.3.7.	Clima Muy Húmedo Templado (17)	133
4.3.8.	Clima Lluvioso Sub - Templado (22)	133
4.3.9.	Clima Páramo Húmedo (27)	133
4.3.10.	Clima Páramo Muy Húmedo (28)	134
4.4.	CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	134
4.5.	CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	139
4.6.	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	145
4.6.1.	Área Nacional de Recreación El Boliche	147
4.6.2.	Parque Nacional Cotopaxi	150
4.6.3.	Parque Nacional Llanganates	152
4.6.4.	Reserva ecológica Los Ilinizas	155
4.6.7.	Reserva de Producción Faunística Chimborazo	157
4.7.	CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS	159
4.7.1.	Población y Territorio	159
4.7.2.	Población Económicamente Activa	167
4.7.3.	Nivel de Instrucción de la Población	183
4.7.4.	Vivienda y Servicios Básicos	190
4.7.5.	Migración	197
4.7.6.	Pobreza	199
4.8.	Identificación de Problemas y Limitaciones	201
4.8.1.	Problemas	203
4.8.2.	Limitaciones:	209
4.8.3.	Manejo	214
4.8.4.	Áreas de Conservación	215
4.8.5.	Alternativas de Manejo dentro de la Subcuenca	222
	CONCLUSIONES	223
	RECOMENDACIONES	229
	ACRÓNIMOS	236
	GLOSARIO	237
	BIBLIOGRAFIA	¡Error! Marcador no definido.

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Leyenda Morfología

Cuadro 2. Leyenda Morfometría

Cuadro 3. Leyenda Morfodinámica

Cuadro 4. Leyenda Litología

Cuadro 5. Leyenda Formaciones Superficiales

Cuadro 6. Estaciones Meteorológicas

Cuadro 7. Precipitación media anual y mensual (mm.)

Cuadro 8. Valores mensual y anual de temperatura máxima absoluta

Cuadro 9. Valores mensual y anual de temperatura mínima absoluta

Cuadro 10. Valores mensual y anual de temperatura mínima media

Cuadro 11. Valores mensual y anual de temperatura máxima media

Cuadro 12. Valores mensual y anual de humedad relativa

Cuadro 13. Valores mensual y anual de nubosidad

Cuadro 14. Valores mensual y anual de heliofanía

Cuadro 15. Promedio mensual y anual de evapotranspiración potencial

Cuadro 16. Precipitación media y mediana mensual – anual

Cuadro 17. Rangos de la pendiente

Cuadro 18. Tipos de textura

Cuadro 19. Profundidad efectiva

Cuadro 20. Clases de pedregosidad

Cuadro 21. Drenaje

Cuadro 22. Regímenes de humedad

Cuadro 23. Regímenes de humedad

Cuadro 24. Asignación de clase de capacidad de uso de las tierras según rango

Cuadro 25. Superficie de las Clases de capacidad de uso de las tierras

Cuadro 26. Áreas Protegidas al interior de la Subcuenca del Río Patate

Cuadro 27. Población total por área y sexo

Cuadro 28. Población según área a nivel cantonal

Cuadro 29. Población según sexo a nivel cantonal

Cuadro 30. Superficie total de los cantones al interior de la Subcuenca

Cuadro 31. Distribución de los paisajes a nivel cantonal

Cuadro 32. Distribución de los ecosistemas por cantón (%)

Cuadro 33. Ramas de Actividad

Cuadros 34. PEA por rama de actividad de los cantones de la Provincia de Cotopaxi

Cuadro 35. PEA por rama de actividad de los cantones de la Provincia de Tungurahua

Cuadro 36. Nivel de Instrucción de la Población

Cuadro 37. Tipo de Vivienda a Nivel Cantonal

Cuadro 38. Vivienda y Servicios Básicos a Nivel Cantonal

Cuadro 39. Migración a Nivel Cantonal

Cuadro 40. Pobreza a Nivel Cantonal

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mapa Cartográfico de la Subcuenca del Río Patate

Gráfico 2. Mapa Político de la Subcuenca del Río Patate

Gráfico 3. Estaciones Meteorológicas de la Subcuenca del Río Patate

Gráfico 4. Distribución de los paisajes de la Subcuenca del Río Patate

Gráfico 5. Fondo de Cuenca Interandino

Gráfico 6. Edificios Volcánicos al interior de la Subcuenca del Río Patate

Gráfico 7. Promedio mensual y anual de temperatura media (mm.)

Gráfico 8. Balance hídrico climático Estación Latacunga – Aeropuerto

Gráfico 9. Población total según área urbana o rural

Gráfico 10. Población total según sexo

Gráfico 11. Población por cantón con Instrucción Primaria

Gráfico 12. Población por cantón con Instrucción Secundaria

Gráfico 13. Población por cantón con Instrucción Superior

Gráfico 14. Población por cantón con Instrucción de Postgrado

Gráfico 15. Población por cantón con Nivel de Alfabetización

Gráfico 16. Población por cantón sin Nivel de Instrucción

Gráfico 17. Cobertura de Abastecimiento de Agua

Gráfico 18. Cobertura de Red Pública de Alcantarillado

Gráfico 19. Cobertura de Servicio Eléctrico

Gráfico 20. Cobertura de Servicio de Recolección de Basura

Gráfico 21. Cobertura de Servicio Telefónico

Gráfico 22. Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas por Cantón

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura I.1. Ubicación general de la subcuenca del Río Patate

Figura. I.2. Esquemmatización de una cuenca hidrográfica

Figura. I.3. Partes de una cuenca hidrográfica

Figura. I.4. Sistema Hidrográfico Nacional

Figura. I.5. Ciclo del Agua

Figura. I.6. Usos del Agua

Figura. I.7. Texturas del suelo

Figura. I.8. Zonas de Vida

Figura. I.9. Sobre posición de mapas

Figura. II.1. Imagen ASTER. Sector Lasso

Figura. II.2. Imagen ASTER. Sector Salcedo

Figura. II.3. Imagen ASTER. Sector Tungurahua

Figura. II.4. Imagen ASTER. Sector Latacunga

Figura. II.5. Imagen ASTER. Tungurahua

Figura. II.6. Mosaico Imágenes ASTER

## **ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

Fotografía 1. Volcán Cotopaxi

Fotografía 2. Volcán Tungurahua



## **ÍNDICE DE MAPAS**

Mapa 1: Base Cartográfica

Mapa 2: Territorios Provinciales y Cantorales al Interior de la subcuenca

Mapa 3: Geomorfológico

Mapa 4: Ecosistemas

Mapa 5: Clasificación Climática

Mapa 6: Paisajes

Mapa 7: Áreas Protegidas y Cobertura Natural sin Estatus Legal

Mapa 8: Uso Actual de las Tierras y Cobertura Vegetal

Mapa 9: Población Económicamente Activa en el Área Urbana

Mapa 10: Población Económicamente Activa en el Área Rural

Mapa 11: Suelos

Mapa 12: Capacidad de Uso de las Tierras

Mapa13: Estaciones Meteorológicas

Mapa 14: Áreas de conservación

Mapa 15: Limitantes

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Mapas Temáticos

Anexo 2. Fotografías

Anexo 3. Ubicación de Sitios de Observación. Puntos GPS

## **RESUMEN**

La conservación de las cuencas hidrográficas considera las interacciones e interdependencias entre los componentes bióticos, abióticos, sociales, económicos y culturales que en las mismas se desarrollan.

Por eso es necesario fomentar la participación activa de los diferentes actores involucrados en la gestión ambiental de las cuencas hidrográficas, para formular coordinadamente las políticas y estrategias en la conservación, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.

El Manejo de cuencas hidrográficas es un tema que se enfoca en la armonización entre el ser humano y el ambiente para la gestión ambiental y el mejoramiento de la calidad de vida del hombre.

El presente trabajo fue realizado en base al análisis de los factores: bióticos, socioeconómico y ambientales dentro de la subcuenca del río Patate, con la finalidad de describir las zonas prioritarias de conservación, las cuales fueron espacializadas mediante herramientas software de Sistemas de Información Geográfica.

Los resultados obtenidos serán de gran importancia para la toma de decisiones y la elaboración de planes de desarrollo que permitan la solución de los problemas ambientales presentes en la subcuenca del Río Patate.

## **SUMMARY**

The conservation of watersheds considered the interactions and interdependencies between the biotic, abiotic, social, economic and cultural changes which they develop.

Therefore it is necessary to promote active participation of different stakeholders in environmental management of watersheds, to develop coordinated policies and strategies in conservation and sustainable use of water resources.

Watershed Management is an issue that focuses on harmonizing between man and the environment for environmental management and improving the quality of human life.

This work was carried out based on the analysis of the factors: biotic, socioeconomic and environmental impacts within the basin of the River Patate, in order to describe the priority areas for conservation, which were spatialized using software tools of Geographic Information Systems.

The results will be of great importance for decision making and development plans to enable the solution of environmental problems present in the basin of the River Patate.

## **1.1. INTRODUCCIÓN**

Cuenca es la unidad de territorio donde las aguas fluyen naturalmente conformando un sistema interconectado, en la cual interactúan aspectos biofísicos, socioeconómicos y culturales, sus límites están formados por las divisorias de aguas que la separan de zonas adyacentes pertenecientes a otras cuencas fluviales.

El tamaño y forma de una cuenca viene determinado por las condiciones geológicas del terreno.

Las cuencas pueden considerarse como sistemas abiertos en los que es posible estudiar los procesos hidrológicos. La cuenca representa la unidad fundamental empleada en hidrología, ciencia que se ocupa del estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre

La cuenca hidrográfica es el espacio geográfico, rodeado de una divisoria de aguas en la cual escurre el agua que se recoge en un solo cauce y que desemboca directamente al mar o sale del territorio nacional.

Las cuencas hidrográficas son algo más que sólo áreas de desagüe en o alrededor de las comunidades, son necesarias para brindar un hábitat a plantas y animales, proporcionan agua potable para la gente y para la flora y fauna silvestres.

La protección de los recursos naturales en nuestras cuencas hidrográficas es esencial para mantener la salud y el bienestar de todos, tanto en el presente como en el futuro.

El manejo de cuencas hidrográficas proviene del término *Watershed Management*, y empieza a ser tratado por los Estados Unidos en los ríos *Mississippi* (1870), *Missouri* (1884) y *Tennessee Valley Authority* (1933), con fines de navegación, control de inundaciones y realización de obras hidráulicas. América Latina y El Caribe en los años 60 acogen dicho término, dándole un enfoque geográficamente integrado para la gestión de recursos naturales, centrándose en usos específicos como: hidroelectricidad, riego, abastecimiento de agua potable y saneamiento (Fernández,1999).

En la actualidad está siendo tratado con mayor intensidad a nivel mundial, ya que involucra el análisis de factores sociales, económicos y ambientales que interactúan y se relacionan entre sí. Mediante el seguimiento y mejoramiento de los mismos se pretende alcanzar soluciones que lleven a un desarrollo sustentable (Francke, 2002).

Los componentes principales que determinan el funcionamiento de una cuenca son los elementos naturales y los de generación antrópica. Dentro de los naturales tenemos los componentes bióticos como el hombre, la flora y la fauna; y los componentes abióticos como el agua, el suelo, el aire, los minerales, la energía y el clima.

Los elementos de generación antrópica, o generados por el hombre, pueden ser de carácter socioeconómico y jurídico institucional. Entre los primeros tenemos la tecnología, la organización social, la cultura y las tradiciones, la calidad de vida y la infraestructura desarrollada.

Entre los elementos jurídico-institucionales tenemos las políticas, las leyes, la administración de los recursos y las instituciones involucradas en la cuenca.

Los componentes abióticos y bióticos están condicionados por las características geográficas (latitud, altitud), geomorfológicos (tamaño, forma, relieve, densidad y tipo de drenaje), geológicas (orogénicas, volcánicas y sísmicas) y demográficas

En su evolución y búsqueda de la satisfacción de sus necesidades, el hombre origina los elementos antrópicos al reconocer y aprovechar los elementos de la oferta ambiental para satisfacer sus necesidades; aquellos elementos se vuelven recursos. Consecuentemente, el aprovechamiento de estos recursos produce impactos que pueden ser benéficos o nocivos.

La Ordenación de una cuenca es el proceso de planificación permanente, sistemático, previsivo e integral adelantado por el conjunto de actores que interactúan en y con el territorio de una cuenca, conducente al uso y manejo de los recursos naturales de una cuenca, de manera que se mantenga o restablezca un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento social y

económico de tales recursos y la conservación de la estructura y la función físico biótica de la cuenca.

Los grandes desastres naturales como inundaciones, deslizamientos, desbordamientos de los ríos, sequías, entre otros, han ocasionado un impacto negativo, sobre todo en la parte socioeconómica y ambiental de nuestra población, provocando así pérdidas de cultivos, bienes y la muerte de muchas especies de flora y fauna.

Es por todo esto que el Ecuador se involucra en el manejo de cuencas hidrográficas con un enfoque en el desarrollo sustentable y sostenible, mediante el uso de técnicas como la teledetección y herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Rizzo, 2004).

En síntesis, el manejo de cuencas implica estilos integrados y sostenibles de producción agrícola, pecuaria y forestal, adaptados a la realidad política y económica local, culturalmente aceptables y socialmente justos, con miras al bienestar de los pobladores que dependen de esa producción.

Por ultimo, para evaluar en forma rápida y simple la factibilidad de llevar a efecto acciones concretas de manejo de cuencas habría que tener en cuenta tres factores fundamentales: los políticos, los institucionales y los de capacidad operativa.



## **1.2. PROBLEMÁTICA GENERAL, IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD**

A nivel de país, en los últimos años se ha acentuado la crisis económica y social, profundizándose los niveles de pobreza e inequidad, especialmente en los sectores rurales; pero este problema socioeconómico ha sido de la mano con la explotación indiscriminada de los recursos naturales y la degradación de las cuencas hidrográficas.

Paulatinamente han ido disminuyendo los caudales de los ríos y quebradas de las cuencas alto andinas y sin lugar a dudas, este problema está relacionado con la destrucción de los ecosistemas de páramo, ceja andina y de montaña, lo que ha provocado una alteración de los ciclos hidrológicos y afectaciones a la biodiversidad.

La deforestación, el mal uso del suelo, uso de agroquímicos, la erosión, degradación de los suelos, remociones en masa, alteraciones en el ecosistema, contaminación de las aguas con hidrocarburos, pobreza y disminución de la calidad de vida, son entre otros, los problemas, no solo de tipo ecológico sino también socioeconómicos, de allí la necesidad de dar soluciones no de tipo sectorial sino en una forma integrada, ya que, la cuenca hidrográfica corresponde a un sistema donde los fenómenos naturales y culturales están íntimamente relacionados.

Visto desde esta perspectiva, el problema de la sustentabilidad de los recursos naturales debe ser tratado a nivel de Cuenca Hidrográfica, ya que ésta a más de ser considerada como un sistema hidrográfico-hidrológico, constituye una unidad territorial donde las actividades desarrolladas por el hombre interactúan directamente con los recursos naturales y paisajísticos, aprovechando sus bienes y servicios, que en la mayoría de los casos no son explotados sustentablemente.

Los proyectos dirigidos al manejo de cuencas hidrográficas son insuficientes en el Ecuador, y no se les presta la importancia que se merecen. Existen estudios que plantean soluciones óptimas que no han llegado a ponerse en práctica y quedan en total abandono.

Entre las causas centrales que han contribuido al aceleramiento e intensificación de los problemas mencionados, se pueden citar las siguientes: sobre explotación de los recursos naturales; falta de un marco de ordenamiento territorial; falta de gestión de cuencas hidrográficas; falta de financiamiento; y, la utilización de información temática desactualizada, individualizada, elaborada con diferentes metodologías de trabajo y a diversas escalas.

Un adecuado conocimiento y manejo de herramientas SIG permitirá realizar una gestión óptima de los problemas e identificación que se dan en las diferentes localidades de la región.

El presente estudio aporta con información temática actualizada que permita gestionar la toma de decisiones mediante el control de las actividades que producen un impacto negativo en el aprovechamiento adecuado de la subcuenca, con el planteamiento de soluciones para la mejor utilización de los recursos naturales.

### **1.3. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCION**

El objeto general de estudio es la generación de geoinformación de la Subcuenca del Río Patate bajo el enfoque de Ecología de Paisaje, contribuyendo como un importante punto de partida que servirá para efectuar evaluaciones territoriales y análisis espacial que identifiquen a futuro categorías de ordenamiento territorial, definiendo los usos más óptimos que se debe dar a la Subcuenca en mención, tendiendo siempre a un tratamiento equilibrado entre los recursos, hombre y ambiente.

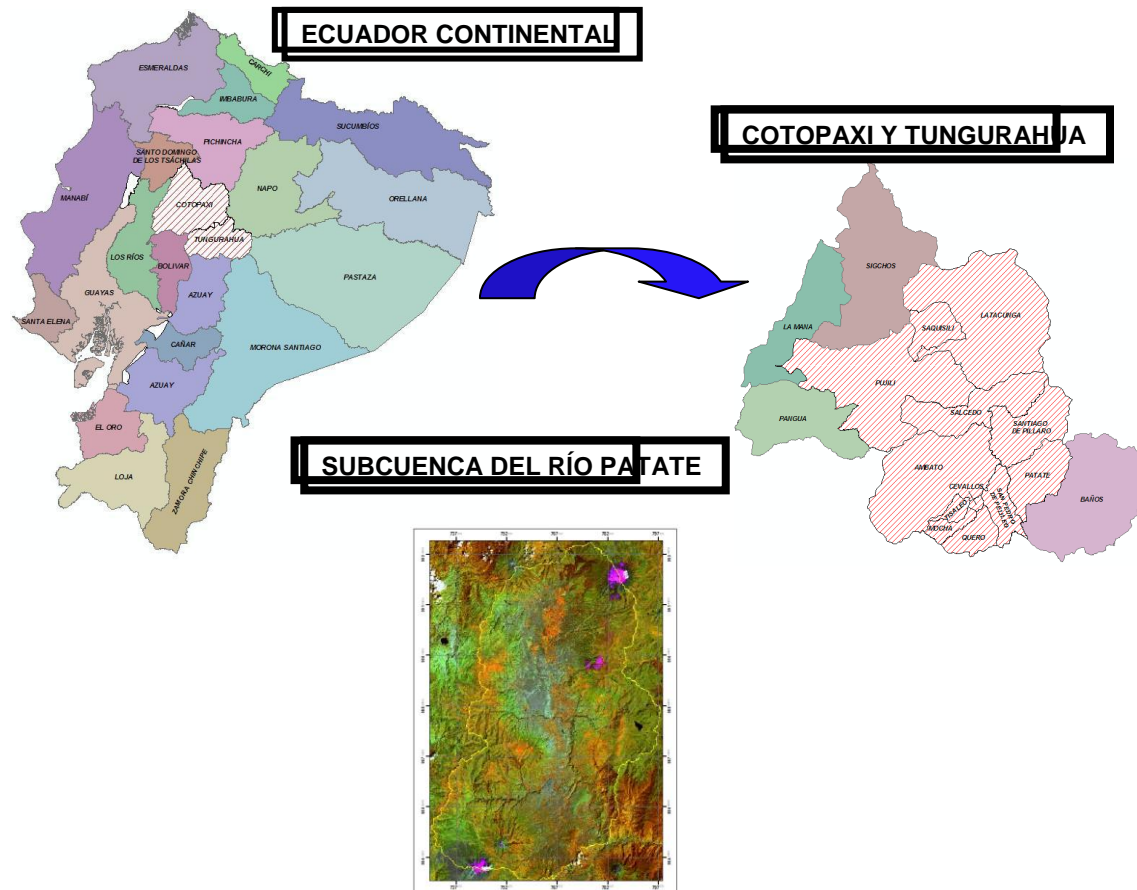
La Subcuenca del Río Patate se localiza en la región central de la República del Ecuador, en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua. La Subcuenca presenta forma irregular.

La ubicación geográfica de la subcuenca del Río Patate, se encuentra dentro de las siguientes coordenadas:

**UTM Planas entre:**

Longitud 775.018 S      Latitud 9'932.885 W

Longitud 751.083 S      Latitud 9'837.999 W



**Figura I.1. UBICACIÓN GENERAL DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE**

#### **1.4. OBJETIVO GENERAL**

Identificar zonas prioritarias de conservación de la Subcuenca del Río Patate relacionadas con variables físicas, bióticas, socioeconómicas y ambientales.

## **1.5. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- a. Elaborar una base cartográfica a escala 1:100.000, con datos planimétricos y altimétricos recabados en el Instituto Geográfico Militar, y generar información integrada relacionada con aspectos geológicos, geomorfológicos, suelos y capacidad de uso de las tierras, a escala 1:100.000, en base a la información recopilada.
- b. Generar información climática sobre la base de datos obtenida del INAMHI, escala 1:100.000 y generar información integrada relacionada con áreas protegidas y ecosistemas, escala 1:100.000.
- c. Generar información socioeconómica sobre la base del uso actual del suelo y cobertura natural; datos del SIISE, INFOPLAN e INEC, escala 1:100.000.
- d. Elaborar un mapa de unidades de paisaje donde se integren las variables físicas, bióticas y socioeconómicas y un mapa de unidades de conservación escala 1:100.000.

## **1.6. DISEÑO DE LA TESIS**

La primera actividad del proyecto analiza la información de fuentes bibliográficas confiables. Algunas de estas fuentes son libros especializados en

el tema de manejo de cuencas hidrográficas, artículos, publicaciones de Internet, etc., que poseen información relevante para reforzar conceptos básicos de los temas a tratar.

A través de una primera visita a la subcuenca del río Patate en las Provincias de Cotopaxi y Tungurahua, se realizó un recorrido al interior de la zona de estudio, efectuando paradas y, reconociendo “in situ”, el relieve, rocas, formaciones superficiales, las diferentes formas de vida, los suelos, humedad, clima, etc.

En la segunda actividad se interpretó la información recopilada en el campo y se procesaron los datos que sirvieron para la generación de los mapas. Posteriormente, se recopiló información más detallada acerca de los recursos agua y suelo, principalmente relacionados con su uso; así como de los recursos flora y fauna, poniendo especial atención en especies indicadoras de la zona.

Los datos obtenidos fueron procesados en gabinete para la elaboración de los productos como son los mapas, cuadros estadísticos, tablas de datos, etc.; esto, con la utilización de herramientas SIG como: validación topológica, geoprocésamiento, análisis de datos, etc.

Para determinar las características climáticas de la zona de estudio, se realizó la compilación de información de las estaciones de la red meteorológica del INAMHI y demás Instituciones afines.

La red de estaciones meteorológicas e hidrológicas recopiladas, que fueron consideradas para el análisis de este estudio es en total 37, las mismas que se encuentran dentro de la Subcuenca del Río Patate, de las cuales 24 son estaciones climatológicas y 13 hidrológicas.

Sobre las cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar a escala 1: 50.000 se procedió mediante un SIG a ubicar en coordenadas geográficas y UTM cada una de las estaciones meteorológicas consideradas en la zona de estudio.

Se recopiló importante información a nivel de Cantón: demográfica, socioeconómica, de vivienda, educación, migración y pobreza, principalmente proveniente del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC, información que pertenece al VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos del año 2001 y al Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador - SIISE, versión 4.5.

## 1.7. HIPOTESIS

Mediante la caracterización hidrológica de una subcuenca, teniendo como base la información del componente biofísico, socioeconómico y ambiental, es posible determinar las áreas de conservación de la Subcuenca del Río Patate.

## 1.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS

**LA OBSERVACIÓN:** Reconocimiento directo in situ

**LA INTERPRETACIÓN:** Identificación de Objetos Geográficos, relacionados en Datos de Sensores Remotos

**LA COMPROBACIÓN:** Constatación en campo de los datos obtenidos en gabinete.

**EL ANÁLISIS:** Geoprocesamiento de la información y análisis de los datos obtenidos.

## 1.9. LIMITACIONES

Entre las principales limitaciones tenemos:

- Calidad de los datos recopilados
  - Exactitud posicional
  - Exactitud temática
  - Compleitud



Consistencia lógica (topología)

Exactitud temporal

- Que la agroindustria del sector privado, imposibilite el acceso a determinados lugares, para la realización de estudios de campo.

#### **1.10. ALCANCE**

El alcance del presente estudio es a nivel de subcuenca hidrográfica y su área de influencia abarca 2 provincias como son Cotopaxi y Tungurahua y las localidades comprendidas dentro de éste límite.

Para el presente estudio, dada la superficie de la cuenca hidrográfica, de aproximadamente 4700 Km<sup>2</sup>, a más de la información base, climática y ciertos indicadores socioeconómicos, se han considerado con mayor relevancia, aspectos bióticos como cobertura vegetal, áreas protegidas, información bioclimática y aspectos físicos como litología, edafología, geología, geomorfología.

Todos estos elementos han sido contemplados para ser analizados como partes integrantes e integradoras de un ecosistema delimitado por las unidades cartográficas de tierra, que interactúan entre sí.

Sin embargo el componente socioeconómico ambiental, es de gran importancia a la hora de tomar decisiones que puedan incidir en una verdadera gestión de conservación de áreas prioritarias y así mismo requiere de grandes esfuerzos y

recursos, por lo que podría considerarse como un estudio complementario al aquí presentado.

## **1.11. ESTRUCTURA DEL PROYECTO**

### **1.11.1 CAPÍTULO I – MARCO TEÓRICO**

Los temas que abarca este capítulo son de gran importancia para la completa ejecución de la tesis, ya que, define cada uno de los factores que se encuentran involucrados en la subcuenca.

### **1.11.2 CAPÍTULO II – METODOLOGÍA**

En este capítulo se da a conocer la metodología del proyecto, con el análisis y validación de los datos obtenidos de la subcuenca de cada uno de los componentes que la conforman.

Además, se encuentran los diferentes pasos que se han seguido para la realización y actualización de los mapas que intervienen en el análisis de la información de la subcuenca.

### **1.11.3 CAPÍTULO III – RESULTADOS**

En este capítulo se presenta un diagnóstico general y la situación actual de la subcuenca identificándose las áreas de conservación.

### **1.11.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Se emiten criterios personales basados en el análisis de los factores anteriormente descritos y de los resultados obtenidos en el transcurso de la realización de la presente tesis.

### **1.11.5. ANEXOS**

En este capítulo se incluyen todos los mapas, fotografías, hojas de cálculo y gráficos relevantes para el presente documento.

# **CAPITULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Introducción**

Este capítulo da a conocer las definiciones de cada uno de los elementos que integran la subcuenca, siendo de vital importancia, ya que constituye una base para la completa ejecución del proyecto.

### **2.2. Normativa Ambiental**

Pese a que se encuentra vigente la Constitución Política, reformada en el año 1998, y en la Ley de Gestión Ambiental y su Codificación de septiembre de 2004, lo concerniente a defender el patrimonio natural, vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y, en general la preservación de la naturaleza en el país, se están dando cambios en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que generan una acelerada transformación de los territorios y paisajes, causando efectos e impactos negativos sobre al ambiente. Bajo este contexto, es viable conocer los principios y orientaciones fundamentales en materia ambiental y aprovechamiento de los recursos naturales, e incluso directrices emanadas de foros internacionales.

### **2.2.1. Constitución Política de la República del Ecuador**

En la Constitución y en lo que respecta a los derechos civiles y colectivos, ésta señala:

*...”El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. La ley establecerá las restricciones al ejercicio de determinados derechos y libertades, para proteger el medio ambiente” (Art. 23, numeral 6)*

En el campo de la ciencia y tecnología, el Estado fomentará las investigaciones ...”dirigidas a mejorar la productividad, la competitividad, el manejo sustentable de los recursos naturales, y a satisfacer las necesidades básicas de la población” **(Art. 80)**

Asimismo, ...”El Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza **(Art. 86)**. En este mismo artículo, se declaran de interés público y se regularán conforme a la ley:

1. *La preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país.*

2. *La prevención de la contaminación ambiental, la recuperación de los espacios naturales degradados, el manejo sustentable de los recursos naturales y los requisitos que para estos fines deberán cumplir las actividades públicas y privadas.*
3. *El establecimiento de un sistema nacional de áreas naturales protegidas, que garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecológicos, de conformidad con los convenios y tratados internacionales.*

Respecto a la titularidad de los recursos naturales, el **Art. 248**, señala textualmente: *El Estado tiene derecho soberano sobre la diversidad biológica, reservas naturales, áreas protegidas y parques nacionales. Su conservación y utilización sostenible se hará con participación de las poblaciones involucradas cuando fuere del caso y de la iniciativa privada, según los programas, planes y políticas que los consideren como factores de desarrollo y calidad de vida y de conformidad con los convenios y tratados internacionales.*

### **2.2.2. Ley de Gestión Ambiental**

En este ámbito, el proceso de Gestión Ambiental, se orientará según los principios universales del Desarrollo Sustentable, contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de 1992, sobre Medio Ambiente y Desarrollo (**Art. 3**).

En referencia al desarrollo sustentable, el **Art. 7**, señala: *“La gestión ambiental se enmarca en las políticas generales de desarrollo sustentable para la conservación del patrimonio natural y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que establezca el Presidente de la República al aprobar el Plan Ambiental Ecuatoriano. Las políticas y el Plan mencionados formarán parte de los objetivos nacionales permanentes y las metas de desarrollo. El Plan Ambiental Ecuatoriano contendrá las estrategias, planes, programas y proyectos para la gestión ambiental nacional y será preparado por el Ministerio del ramo”*.

### **2.2.3. Políticas Básicas Ambientales del Ecuador**

El Decreto Ejecutivo No. 1589, publicado en Registro Oficial 320 de 25 de Julio del 2006, Art. 1., textualmente, establece las siguientes políticas básicas ambientales del Ecuador:

*- Reconociendo que el principio fundamental que debe trascender el conjunto de políticas es el compromiso de la sociedad de promover el desarrollo hacia la sustentabilidad.*

*La sociedad ecuatoriana deberá observar permanentemente el concepto de minimizar los riesgos e impactos negativos ambientales mientras se mantienen las oportunidades sociales y económicas del desarrollo sustentable.*

*- Reconociendo que el desarrollo sustentable sólo puede alcanzarse cuando sus tres elementos lo social, lo económico y lo ambiental son tratados armónica y equilibradamente en cada instante y para cada acción.*

*Todo habitante en el Ecuador y sus instituciones y organizaciones públicas y privadas deberán realizar cada acción, en cada instante, de manera que propenda en forma simultánea a ser socialmente justa, económicamente rentable y ambientalmente sustentable.*

*- Reconociendo que el ambiente tiene que ver con todo y está presente en cada acción humana:*

*Las consideraciones ambientales deben estar presentes, explícitamente, en todas las actividades humanas y en cada campo de actuación de las entidades públicas y privadas, particularmente como parte obligatoria e indisoluble de la toma de decisiones; por lo tanto, lo ambiental no deberá ser considerado en ningún caso como un sector independiente y separado de las consideraciones sociales, económicas, políticas, culturales y en general, de cualquier orden. Esto sin perjuicio de que, por razones puramente metodológicas, deban hacerse análisis y capacitaciones sobre llamados "temas ambientales".*

*- Reconociendo que se han identificado los principales problemas ambientales, a los cuales conviene dar una atención especial en la gestión ambiental, a través de soluciones oportunas y efectivas.*



*El Estado Ecuatoriano, sin perjuicio de atender todos los asuntos relativos a la gestión ambiental en el país, dará prioridad al tratamiento y solución de los siguientes aspectos reconocidos como problemas ambientales prioritarios del país:*

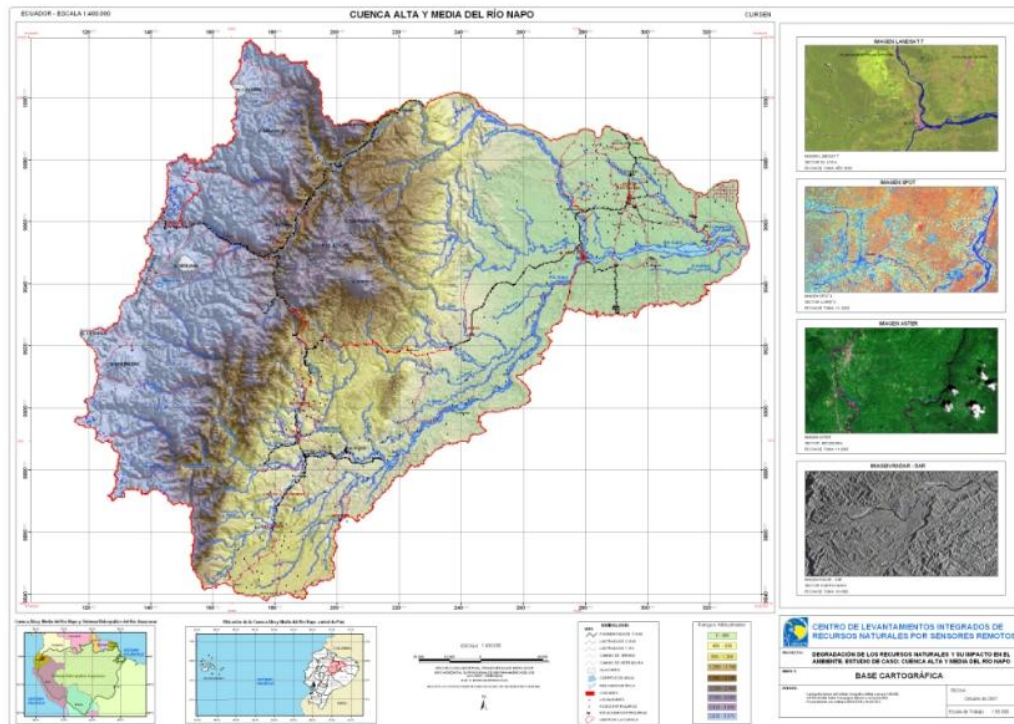
- . La pobreza, (agravada por el alto crecimiento poblacional frente a la insuficiente capacidad del Estado para satisfacer sus requerimientos, principalmente empleo).*
- . La erosión y desordenado uso de los suelos.*
- . La deforestación.*
- . La pérdida de la biodiversidad y recursos genéticos.*
- . La desordenada e irracional explotación de recursos naturales en general.*
- . La contaminación creciente de aire, agua y suelo.*
- . Los riesgos, desastres y emergencias naturales y antrópicas.*
- . Entre otros.*

## **2.3 Cuenca Hidrográfica**

### **2.3.1 Definición**

“Son unidades morfológicas que se encuentran delimitadas por una línea imaginaria denominada divisoria de aguas, esta línea es el límite entre las cuencas hidrográficas contiguas de dos cursos de agua. A cada lado de la

divisoria de aguas, las aguas precipitadas acaban siendo recogidas por el río principal de la cuenca respectiva”



**Figura. I.2. Esquematzación de una cuenca hidrográfrica**

**Fuente: CLIRSEN**

## **2.3.2 Elementos**

### **2.3.2.a. Río principal**

Es aquel que se encarga de recoger el agua que se origina por las precipitaciones, su determinación puede ser arbitraria ya que hay diferentes características que la definen como: el curso fluvial, tipo de caudal, superficie de la cuenca, entre otros.

#### **2.3.2.b Los afluentes**

Son los ríos secundarios que desembocan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca hidrográfica.

#### **2.3.2.c Línea divisoria de vertientes**

Es la línea que divide a diferentes vertientes, separando a dos o más cuencas vecinas. Puede ser utilizada como límite entre dos espacios geográficos o cuencas hidrográficas.

#### **2.3.2.d Relieve**

El relieve de una cuenca consta de los valles principales y secundarios, de la red fluvial que conforma la cuenca. Está formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas o torrentes, valles y mesetas.

#### **2.3.2.e Obras y construcciones**

Son estructuras construidas por el ser humano, también denominadas intervenciones antrópicas. Suelen ser viviendas, ciudades, campos de cultivo, obras para riego y energía, y vías de comunicación.

#### **2.3.3 Partes de una cuenca hidrográfica**

### 2.3.3.a Sección alta

Es la sección de la cuenca en la que existe un aporte de sedimentos hacia las partes bajas de la cuenca, visiblemente se ven trazas de erosión.

### 2.3.3.b Sección media

Área de la cuenca en la cual hay un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión.

### 2.3.3.c Sección baja

Zona de la cuenca en la cual el material extraído de la parte alta se deposita en lo que se llama cono de deyección o abanico aluvial.

Las partes de una cuenca se encuentran detalladas en la siguiente figura:



Figura. I.3. Partes de una cuenca hidrográfica

Fuente: <http://www.kalipedia.com/ciencias-tierra-universo>

### 2.3.4. Clasificación

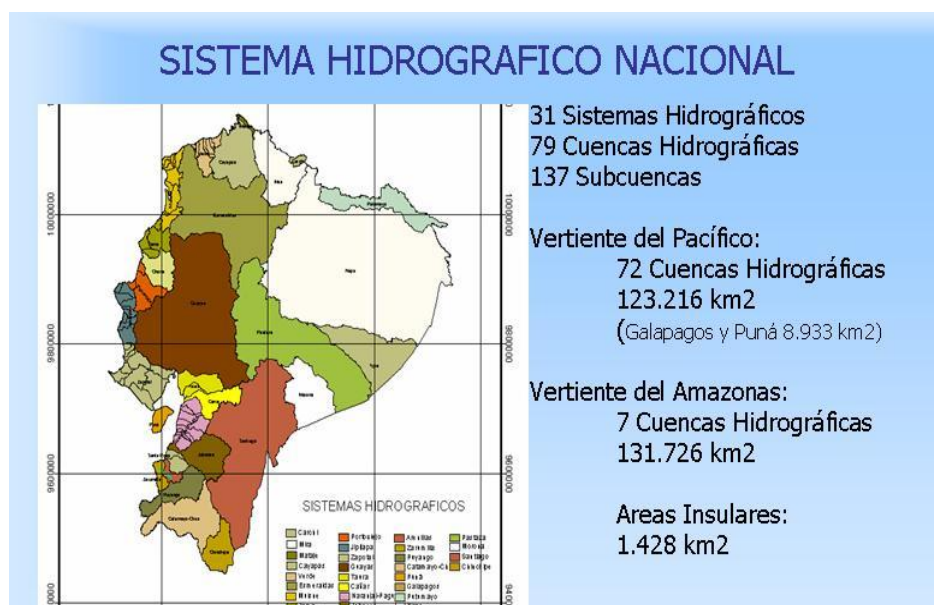
La clasificación más adecuada se la realiza de acuerdo a su extensión, llegándose a denominar:

**Tabla. I.1. Clasificación de una cuenca hidrográfica**

TIPO	EXTENSION EN HA.
Sistema	> 300.000
Cuenca	100.000 – 300.000
Subcuenca	10.000 – 100.000
Microcuenca	4.000 – 10.000
Minicuenca o quebrada	< 4.000

**Fuente: INEFAN**

En el Ecuador existen 31 sistemas hidrográficos de los cuales 24 pertenecen a la vertiente del Pacífico (incluyendo territorios insulares) y 7 a la vertiente del Amazonas; con un total de 79 Cuencas hidrográficas y 137 subcuencas.



**Figura. I.4. Sistema Hidrográfico Nacional**

**FUENTE: SENAGUA**

## **2.4 Factores Ambientales**

Los factores ambientales son aquellos que presentan la relación existente entre los seres vivos y el ambiente, además, la influencia que éste ejerce sobre los mismos. Los factores determinan las adaptaciones, la variedad de especies de plantas y animales, y la distribución de los seres vivos en el planeta.

### **2.4.1 Factores Físicos**

Son aquellos factores que determinan la existencia, el crecimiento y el desarrollo de los seres vivos, así como también el correcto funcionamiento de sus procesos.

#### **2.4.1.a Relieve y Fisiografía.**

Se refiere a las diferentes formas que adoptan la corteza terrestre o litosfera.

##### **2.4.1.a.1 Morfometría**

La morfometría de cuencas permite establecer parámetros de evaluación del funcionamiento del sistema hidrológico de una región, lo cual se constituye en un elemento útil para la planificación ambiental.

#### **2.4.1.b Geología y Geomorfología**

La geología estudia y analiza la composición, cambios y mecanismos de alteración del planeta y de su superficie desde su origen hasta su estado actual, determinando la textura y estructura de la materia que la compone, como lo son las rocas y materiales derivados, que forman la parte externa de la tierra.

La geomorfología se encarga del estudio y descripción del relieve terrestre y submarino, que son el resultado de procesos destructivos y constructivos que ocurren en la superficie.

#### **2.4.1.c Clima**

Son condiciones atmosféricas que caracterizan una región y determinan el tipo de especies tanto de flora como de fauna existente en la misma.

Para el estudio del clima local hay que analizar los elementos del tiempo, como: la biotemperatura, las precipitaciones, la humedad y la evapotranspiración.

#### **2.4.1.c.1 Biotemperatura**

La biotemperatura es aquella que relaciona la vida vegetal y animal con la temperatura la cual limita la vida de las diferentes especies de flora y fauna. Viene dada en grados centígrados, teniendo un rango de 0°C hasta los 30°C.

#### **2.4.1.c.2 Precipitación**

La precipitación viene dada en milímetros y se considera como la cantidad de agua que cae de la atmósfera hacia la superficie en forma de lluvia, nieve o granizo (Henao, 1988).

#### **2.4.1.c.3 Humedad**

La humedad es la relación existente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial, la cual define el grado de saturación de la atmósfera.

#### **2.4.1.c.4 Evapotranspiración Potencial**

La evapotranspiración es la cantidad de agua que pierde una superficie mediante la evaporación del suelo y la transpiración de plantas. Cuando esta cantidad de agua es transpirada bajo condiciones óptimas de humedad del suelo y cobertura vegetal, se la denomina evapotranspiración potencial.



Hay una serie de factores que pueden influir sobre estos elementos, como: la altitud geográfica, la altitud del lugar y la orientación del relieve.

#### 2.4.1.d Agua

El ciclo del agua es de gran importancia en la naturaleza ya que por medio de sus procesos de evapotranspiración, condensación y precipitación, originan la formación de una cuenca (Ver Figura I.5).

El agua es recolectada y almacenada por las cuencas hidrográficas, y posteriormente es distribuida para consumo humano y animal, además, para los sistemas de riego agrícola, para la dotación de agua a las ciudades e inclusive para la producción de energía eléctrica; por ende, la preservación del agua es importante para el desarrollo integral de la vida.



Figura. I.5. Ciclo del Agua

Fuente: <http://water.usgs.gov/gotita/graphics/watercycleportrait.jpg>

#### 2.4.1.d.1 Usos del Agua

En las últimas décadas el uso del agua ha aumentado en relación a la cantidad de ella disponible. Más del 60 % de la extracción de agua a nivel mundial se destinó al riego de cultivos y el 23 % a usos de la industria.

Las diferentes formas de aprovechamiento de agua por parte del ser humano son:



Figura. I.6. Usos del Agua

FUENTE: <http://www.merida.gob.mx/ecomerida/culturadelagua/imagenes/grafic02.gif>

1er. Lugar    La industria: El 90% de la contaminación del agua se genera en las industrias

2do. Lugar    Las actividades domesticas

3er lugar    La minería y la petroquímica

#### **2.4.1.d.2 Calidad del Agua**

La calidad del agua es el resultado del impacto de la actividad humana, del ciclo hidrológico natural, y procesos físicos, químicos y biológicos. Para su determinación se deben analizar un conjunto de parámetros, como:

- Temperatura:

La temperatura del agua tiene gran importancia por el hecho de que los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir. Este Indicador influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el potencial de hidrógeno (pH), el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.

- Conductividad:

Es un indicador del contenido de sales disueltas o de minerales en el agua (mineralización). Depende de la presencia de iones, su concentración total,

movilidad y temperatura de medición. Se expresa en micro-siemens por centímetro (mS/cm).

- Potencial de hidrógeno (pH):

El pH es una expresión de la intensidad de las condiciones ácidas o básicas de un líquido, puede variar entre 1 y 14. Su valor define en parte la capacidad de auto depuración de una corriente y, por ende, su contenido de materia orgánica, además de la presencia de otros contaminantes, como metales pesados.

- Turbidez:

La turbidez se define como una mezcla que oscurece o disminuye la claridad natural o transparencia del agua. Es producida por materias en suspensión, como arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos; tales partículas varían en tamaño desde 0,1 a 1.000 nanómetros (nm) de diámetro. Este indicador está directamente relacionado con el tipo y concentración de materia suspendida o sólidos suspendidos en el agua.

- Sólidos Totales:

Es la suma de los componentes sólidos, tanto disueltos como en suspensión, que se encuentran en el agua o en las aguas residuales.

- Oxígeno Disuelto (OD):

Es la cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua y que es esencial para los ríos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad.

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):

La demanda bioquímica de oxígeno es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, y se utiliza para determinar su grado de contaminación. Normalmente se mide transcurridos 5 días ( $DBO_5$ ) y se expresa en  $mg\ O_2/lit$ . Si no hay materia orgánica en el agua, no habrá muchas bacterias presentes para descomponerla y, por ende, la DBO tenderá a ser menor y el nivel de OD tenderá a ser más alto.

- Coliformes Fecales:

El grupo coliforme incluye todos los bacilos gram-negativos aerobios o anaerobios. Pueden desarrollarse en presencia de sales y otros agentes tensoactivos. El coliforme fecal (*Echerichia Coli*) es un subgrupo de la población total coliformes y tiene una correlación directa con la contaminación fecal producida por animales de sangre caliente.

Nitratos:

Los nitratos son sustancias químicas que se encuentran naturalmente en los suelos en pequeñas cantidades. Los fertilizantes y las aguas negras de origen animal también son fuentes de nitratos.

Fosfatos:

Se encuentran en los fertilizantes y los detergentes y pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola, los desechos industriales y las descargas de aguas negras.

#### **2.4.1.d.3 Caudal**

Es la cantidad de agua que un río transporta por unidad de tiempo, ésta dada en m<sup>3</sup>/s.

#### **2.4.1.e Suelo**

Es un recurso natural importante para la productividad, y por medio del uso adecuado del mismo, se logra un equilibrio sustentable entre la producción de alimentos y el incremento poblacional acelerado. El suelo al igual que el aire y el agua, es esencial para la vida ya que es el hábitat en el que se desarrollan las plantas y animales, cuando es manejado de manera prudente se lo considera como recurso renovable.

Gracias al soporte que constituye el suelo es posible la producción de los recursos naturales, por lo cual es necesario comprender las características físicas y químicas para propiciar la productividad y el equilibrio ambiental.

##### ***2.4.1.e.1 Parámetros de análisis de suelos***

Color:

La coloración es un parámetro que generalmente indica la cantidad de materia orgánica que tiene el suelo, por ejemplo si un suelo es más oscuro quiere decir que tiene mayor cantidad de materia orgánica presente, por lo tanto, es más fértil. Si un suelo es amarillento indica la presencia de óxidos de hierro y pueden estar mal drenados, mientras que si son rojos también presentan óxidos de hierro pero están bien drenados. Los suelos grisáceos y claros

indican falta de materia orgánica y mayor presencia de sales por lo que son poco fértiles.

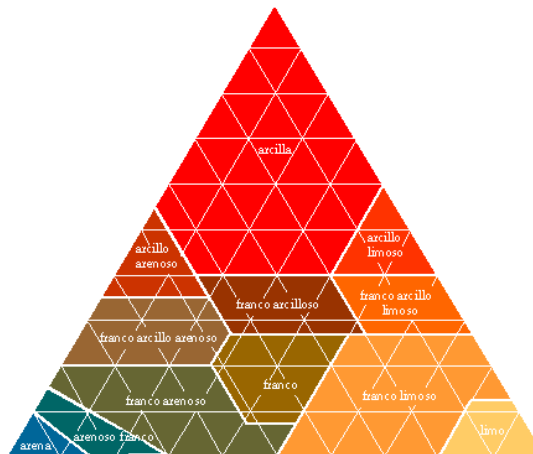
#### Textura:

Esta propiedad, determina la distribución de las partículas minerales según su tamaño, no varía según las condiciones climáticas, y permite conocer las características hídricas de los suelos: por ejemplo, cuanto mayor es el tamaño de las partículas más rápida es la infiltración y menor es el agua retenida por los suelos.

La textura de un suelo se representa de acuerdo a la proporción de arcilla, limo, o arena que éste tenga. La arcilla presenta las partículas más pequeñas con un diámetro inferior a los 0,002 mm., las partículas de limo tienen un diámetro entre 0,002 mm. y 0,005 mm., y una partícula de arena tiene un diámetro entre los 0,005 y 2 mm., de diámetro. Según la mayor o menor proporción de cada una de estas partículas se definen los diferentes tipos de suelos.

Esto se puede explicar en el gráfico de texturas de suelo, descrito a continuación:





**Figura. I.7. Texturas del suelo**

**Fuente:** <http://edafologia.ugr.es/IntroEda/tema04/imagenes/diagtext>.

Salinidad:

Un suelo es salino si tiene una cantidad excesiva de determinadas sales (cloruros, sulfatos, etc.). En climas húmedos, donde llueve mucho, es raro que haya suelos salinos, puesto que las sales son lavadas en profundidad y no afectan a la zona de las raíces. En climas secos, son más típicos, ya que no existen esas lluvias abundantes que arrastren las sales.

pH:

Es una medida de la concentración de hidrógeno expresado en términos logarítmicos. Un pH entre 6 y 7 es generalmente considerado adecuado en la agricultura.

Acidez:

Se determina por medio del pH y su exceso en el suelo provoca la reducción del crecimiento de las plantas, ocasionando disminución de la disponibilidad de algunos nutrientes como calcio, magnesio y potasio.

- Cantidad de Materia Orgánica (MO):

La materia orgánica del suelo representa la acumulación de las plantas destruidas y resintetizadas parcialmente y de los residuos animales, se divide en dos grandes grupos:

- ❖ Los tejidos originales y sus equivalentes más o menos descompuestos.
- ❖ El humus, que es considerado como el producto final de descomposición de la materia orgánica.
- ❖ Consistencia:

Es la resistencia del suelo a la deformación o ruptura del mismo. Dentro de su clasificación éste puede ser suelto, suave, duro, muy duro, etc.

#### **2.4.1.e.2 *Uso Actual del Suelo***

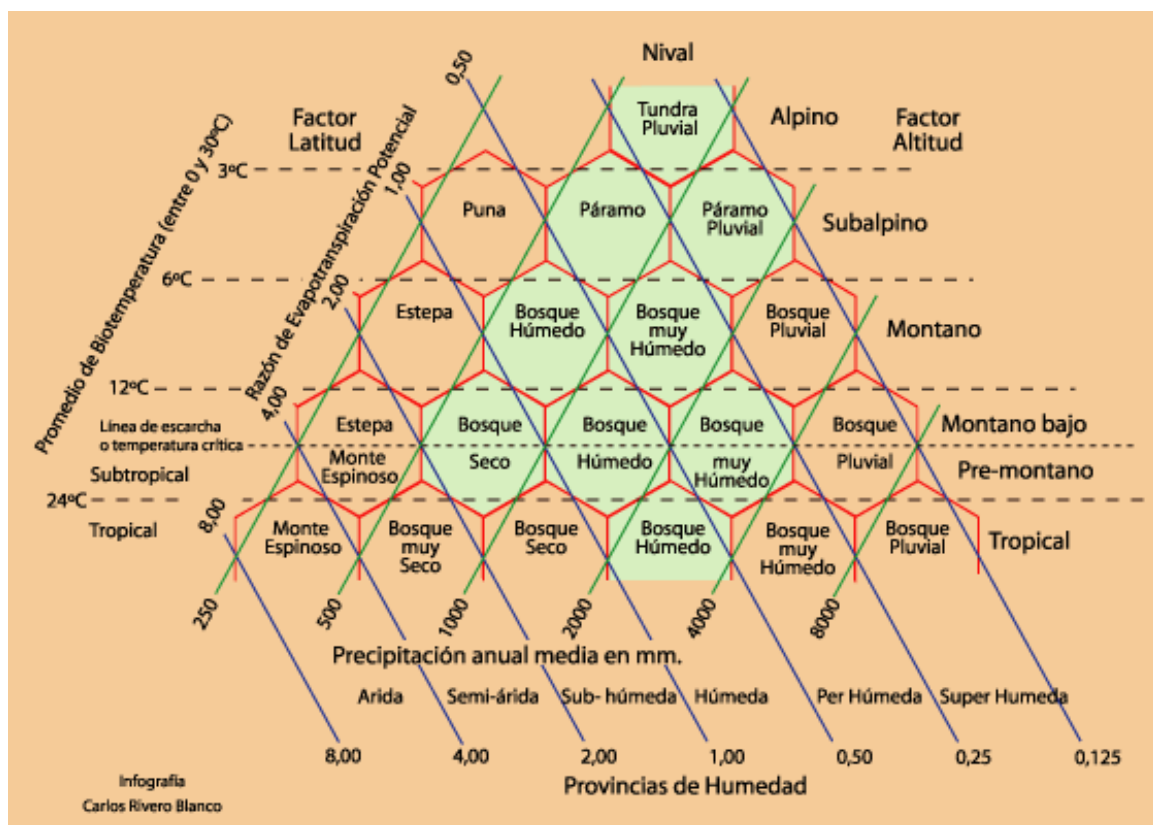
Es cualquier tipo de utilización humana en un terreno, incluido el subsuelo.

### 2.4.2 Factores Bióticos

Dentro de cada ecosistema se encuentra, una gran variedad de especies de animales y plantas. La clasificación de este factor es la siguiente:

### 2.4.2.a Zonas de Vida

Son áreas con condiciones ambientales similares, con respecto a parámetros como: temperatura, precipitación, humedad y evapotranspiración (Ver Figura I.8).



### Figura. I.8. Zonas de Vida

**Fuente: HOLDRIDGE**

#### **2.4.2.b Flora**

Es el conjunto de especies vegetales que forman parte de una región geográfica; las cuales, de acuerdo a sus características, abundancia y períodos de floración, identifican el período geológico y ecosistema al que pertenecen.

Factores ambientales como la humedad, temperatura y otros, son determinantes al momento de distinguir la distribución y tipo de vegetación existente en una zona.

#### **2.4.2.c Fauna**

Es la distribución de las especies en el planeta y su desarrollo depende de varios factores ambientales como temperatura y disponibilidad de agua. Entre éstos sobresalen las relaciones posibles de competencia o depredación entre las especies.

Los animales suelen ser muy sensibles a las perturbaciones que alteran su hábitat; por ello, un cambio en la fauna de un ecosistema indica una alteración en uno o varios de los factores de éste.

#### **2.4.3 Factores Socio Económicos Culturales**

Desde tiempos remotos el hombre ha intervenido en la naturaleza con la finalidad de dominarla y explotarla. El medio, es el espacio físico donde se

desarrolla la sociedad y donde se llevan a cabo las relaciones entre ellas. Existe una relación recíproca entre la sociedad y la naturaleza, basándose en dos hechos principales:

- ✓ Acciones que el hombre realiza y que inciden en la naturaleza.
- ✓ Efectos ecológicos que se generan en la naturaleza y que influyen en la sociedad humana.

Uno de los acontecimientos importantes que experimenta la humanidad en la actualidad es el crecimiento demográfico acelerado, siendo éste un factor determinante para la disponibilidad y calidad de los recursos naturales y el equilibrio de los ecosistemas.

La mayoría de teorías económicas en la actualidad sostienen que se puede dar un crecimiento económico sin destruir los recursos, acercándose a la idea de desarrollo sustentable.

Existen cuatro factores importantes para llegar al objetivo deseado:

- ✓ Conservación
- ✓ Aprovechamiento
- ✓ Desarrollo
- ✓ Regeneración de los recursos naturales

En los últimos años, ha surgido una especie de “ambientalismo economicista”, el cual ve en el ambiente una fuente de ganancias, riqueza, crecimiento y estabilidad, de esta manera las empresas comienzan a producir programas, usar tecnologías, consumir bienes y servicios con orientaciones ecologistas.

#### **2.4.3.1 Población**

Es la cantidad de individuos existentes en un determinado espacio geográfico. Términos relacionados con este factor, son: densidad poblacional, tasa de crecimiento poblacional, migración y pobreza.

#### **2.4.3.2 Salud**

Es uno de los temas indispensables de abordar en una sociedad, en donde el bienestar físico, mental y social, en armonía con el medio ambiente, constituye la base para el desarrollo de una región. Dentro de salud se analizan parámetros, como: esperanza de vida y tasa de mortalidad.

#### **2.4.3.3 Educación**

La educación y el conocimiento permiten el desarrollo económico y social de los países al igual que la integración del individuo a la sociedad lo cual trae consigo el incremento de oportunidades para una mejor calidad de vida. Una de las premisas básicas de la igualdad de oportunidades en la sociedad es el

acceso a la educación, ya que ésta debe estar abierta a todos los ciudadanos de una región o del país entero.

#### **2.4.3.4 Infraestructura**

Se considera como infraestructura a las obras o intervenciones antrópicas realizadas sobre un territorio para acceder a él y mostrar su potencial de desarrollo. Las primeras obras son aquellas de supervivencia, como: agua y vivienda; para después continuar con las vías de acceso que permitan ampliar el área de influencia de la actividad humana y tecnologías más avanzadas para generar energía y permitir la comunicación a larga distancia.

#### **2.4.3.5 Paisaje**

Se define por sus formas naturales o antrópicas y se encuentra compuesto por elementos que interactúan entre sí, estos elementos son bióticos, abióticos y acciones humanas.

#### **2.4.3.6 Capital Social**

Se refiere al valor intrínseco o colectivo de las sociedades que involucra un conjunto de virtudes humanas, como: solidaridad, confianza, conciencia cívica, ética, cooperación, entre otros valores predominantes en la sociedad, con el

objetivo de establecer normas y vínculos de reciprocidad que permitan fomentar el trabajo conjunto entre las comunidades.

A lo largo de los años el ser humano y las sociedades en general, se han dado cuenta que para lograr un desarrollo económico no sólo es importante preocuparse por cuánto se produce, cuánto se compra o vende, sino que también es necesario el apoyo y trabajo en conjunto de todas las personas que conforman desde una comunidad o pueblo, hasta una nación o estado, permitiendo así un desarrollo sostenido, participativo y equitativo.

#### **2.4.3.7 Tenencia de Tierra**

Es un conjunto de normas que regulan el acceso, adquisición, uso, control y transferencia de la tierra, determinando bajo qué condiciones se tiene una propiedad.

#### **2.4.3.8 Actividades Económicas**

Son acciones que realiza el hombre para obtener, transformar e intercambiar recursos que le ofrece la naturaleza. Además establecen el grado de desarrollo y definen las formas de vida de cada país.



## **2.5. Geoinformación Integrada por Paisajes**

### **2.5.1. Dinámica y Funcionamiento de la Cuenca**

La actual distribución de los paisajes y sus componentes físicos, bióticos y socioeconómicos, obedecen a procesos ecológicos que han sucedido a través de tiempos geológicos, en forma simultánea o sucesivamente a diversas escalas de tiempo y espacio.

Con el propósito de entender y comprender por un lado el funcionamiento de la Subcuenca del Río Patate y, por otro, conocer como se interrelacionan e interactúan los componentes de los paisajes, es importante analizar los factores endogenéticos y exogenéticos que constituyen los pilares fundamentales para la formación de los territorios y desarrollo de los espacios geográficos.

### **2.5.2. Factores Endogenéticos**

El marco geotectónico del país está controlado por la subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana. En la línea de contacto, aproximadamente entre lo que hoy es Sierra y Costa, durante el Cretácico se edificaron pre-cordilleras, semi-emergidas, como consecuencia de una fuerte actividad volcánica en superficie y submarina, con lavas básicas como basaltos, doleritas, diabasas, piroxenitas localmente en pillow-lavas asociadas con depósitos sedimentarios (Winckell, 1982). En esta época debió producirse

la primera emergencia de lo que hoy constituyen Los Andes, en cambio, hacia el Este, en la cuenca amazónica se produjo una sedimentación de tipo plataforma, detrítica y localmente carbonatada (conglomerados, areniscas, arcillas y calizas).

Durante el Eoceno, comienza el levantamiento de la parte occidental de la Cordillera de Los Andes; su ladera oriental constituida por materiales metamórficos, presenta en su parte inferior un cabalgamiento hacia el Este, encima de los sedimentos Cretácicos y localmente Terciarios, lo que originó la zona de escamas en la parte subandina (Winckell, 1982). En esta época, numerosos batolitos intrusivos se introdujeron a lo largo de las dos cordilleras, en proceso de formación.

En el Mio-Plioceno, el paroxismo geológico se manifiesta por un nuevo empuje vertical acompañado por una intensa actividad sísmica que provoca fracturamientos y hundimientos y, una intensa actividad volcánica. La edificación de las dos cordilleras continúa durante el Terciario y se acompaña con la individualización de las grandes cuencas interandinas, geológicamente identificadas como fosas tectónicas. El geosinclinal oriental cuyo plegamiento había ya empezado, sobresale dando lugar a la formación de las cordilleras subandinas y a los relieves del frente de empuje (Almeida G., Sourdat M., 1982).

### **2.5.3. Factores Exogenéticos**

Según, Almeida G. y Sourdat M., 1982, la geodinámica externa está definida por los siguientes factores: inestabilidad tectónica, reflejada en los sismos, en la densa distribución (zonas montañosas) y en fallas geológicas muchas de ellas activas; inestabilidad climática, caracterizada por la alternancia de períodos húmedos y secos, fríos o cálidos; vulcanismo, de tipo explosivo al Norte y efusivo al Sur, que además de edificar grandes construcciones volcánicas, contribuyó a rellenar las cuencas interandinas y cubrir gran parte de la sierra, el piedemonte costero y parte de la amazonía con materiales piroclásticos; y, los períodos glaciales (los glaciares llegaron hasta los 3000 y 3500 msnm, según la zona) e interglaciales.

La humedad atmosférica, precipitaciones y temperaturas, jugaron un papel preponderante en la meteorización física y química de las rocas; es así que, los batolitos intrusivos, forman una potente capa de arenas (arenización), donde la erosión fluvial elaboró grandes rasgos de disección del relieve.

Por otro lado, la influencia altitudinal de los flancos de la cordillera oriental, ha incidido y marcado una serie de dominios que abarcan desde procesos morfoclimáticos típicos de clima tropical húmedo en las partes bajas, templados en las vertientes medias y, periglaciares y glaciares en los sectores más altos. (Ver Mapa 3. Geomorfológico)

#### **2.5.4. La Ecología del Paisaje**

La ecología de paisaje integra explícitamente naturaleza y población, por lo tanto es el estudio de las interacciones entre los aspectos temporales y espaciales del paisaje y sus componentes de flora, fauna y culturales. La Ecología de paisaje toma en cuenta que los sistemas naturales soportan usos humanos, por lo que es importante resaltar los valores naturales y, además, señalar los usos que hacen los seres humanos de ellos. (Forman, 1983).

Se centra en:

- 1.- Las relaciones espaciales entre elementos del paisaje o ecosistemas.
- 2.- Los flujos de energía, nutrientes minerales y especies entre los elementos.
- 3.- La dinámica ecológica del mosaico paisajístico a lo largo del tiempo.

Para otros estudiosos como Conesa Fernández-Vitora V. (1997), lo conciben al paisaje como un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio, con una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino, como un sistema de relaciones donde los procesos se encuentran encadenados.

Con base a lo citado, las actividades desarrolladas por el hombre en cualquier medio físico geográfico, ya sean éstas en forma directa o indirecta, repercuten en la calidad de los ecosistemas, esto, incluso si las actuaciones afectan aparentemente solo a un determinado recurso. Esta premisa se sustenta en el

hecho de que, todos los elementos que forman el paisaje, como son las rocas, suelos, relieve, flora, fauna, actividades antrópicas, entre otros, se interrelacionan e interactúan entre si, formando un sistema en el cual los procesos ecológicos dependen unos de otros y si, por ejemplo, se produce una sobre explotación de un determinado recurso, la integridad ecológica del o los ecosistemas, se verían afectados.

Sin embargo, para una integración sistémica, la diferenciación del paisaje debe basarse en las relaciones de interacción funcional de las estructuras vertical y horizontal en tiempo y espacio, a partir de lo cual, la diferenciación del paisaje constituye una expresión dinámica, funcional, operativa y sistémica del mismo, con lo cual, se tiene una base conceptual más sólida, para lograr la sustentabilidad del desarrollo.

## **2.6. Manejo de Cuencas Hidrográficas**

El manejo de cuencas hidrográficas es un proceso de planificación que involucra temas de gestión ambiental, ordenamiento territorial, desarrollo regional y en general acciones orientadas al mejoramiento de la calidad de vida de la población de una cuenca.

### ***2.6.1. Utilización de herramientas SIG orientado al manejo de cuencas***

El conjunto de datos que se originan con el análisis de los recursos y factores que intervienen en la cuenca hidrográfica, pueden ser almacenados y representados en los SIG, permitiendo la espacialización de los mismos, teniendo como resultado final los mapas en los cuales se encuentra la información detallada de cada uno de los parámetros de la zona de estudio.

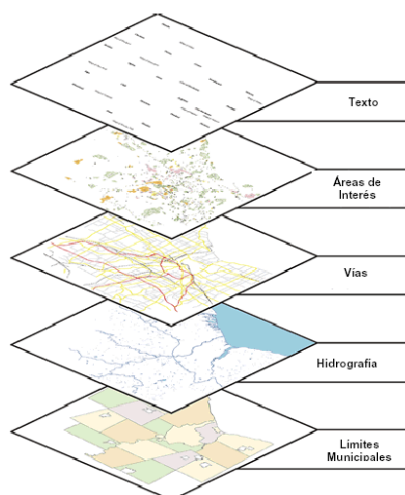
Los datos obtenidos en una cuenca hidrográfica son de dos tipos: aquellos recopilados en campo, y los derivados de la percepción remota, que también son verificados en campo. Estos datos pueden ser manipulados conforme varíen las características en cada sector.

Mediante los SIG se puede relacionar en forma coherente y sistemática los datos de localización de los recursos, con sus características cuantitativas y cualitativas, ofreciendo una visión integral y territorial de los datos, lo cual permite mejorar las técnicas analíticas, estadísticas y geoestadísticas

### **2.6.2. Geoprocesamiento**

El geoprocesamiento es un conjunto de operaciones de análisis y comandos interactivos, utilizando mapas que actúan como una pila cuyo fin es procesar decisiones de tipo espacial (TOMLIN, 1990 et al DEMERS, 1997). La realidad esta representada en mapas (Ver Figura I.8).

Geoprocesamiento "se refiere a la utilización de las funciones de análisis de un sistema de información geográfica bajo una secuencia lógica de tal manera que se puedan resolver problemas espaciales complejos" (IGAC, 1995).



**Figura. I.9. Sobreposición de mapas**

**Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)**

Como producto del geoprocesamiento se obtienen una serie de objetos geográficos de diferentes características (puntos, líneas, polígonos), relacionadas entre si por vecindad.

Esta relación debe tener coherencia geométrica con el fin de garantizar la integridad de los objetos geográficos y los resultados.

### **Tabla. I.3. Operaciones topológicas**

Capa		Capa Información A	
Información B	Puntos	Líneas	Polígonos
Puntos	Coincidencia de Puntos	Punto en Línea	Punto en Polígono
Líneas		Intersección de líneas	Línea en Polígono
Polígonos			Superposición de polígonos

Fuente. (Bosque, 1992)

## 2.7 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

### 2.7.1 Zonificación Ecológica Económica (ZEE)

Es una planificación que se realiza para determinar el uso sostenible de la tierra en base a parámetros bióticos, físicos, socioeconómicos y culturales; identificando así las limitaciones y potencialidades de la zona de estudio.

La ZEE brinda información que sirve para tomar decisiones en cuanto a los usos del territorio, que beneficie a las comunidades y gobiernos locales que, tomando en cuenta las necesidades de la población y su armonía con el medio ambiente, puedan decidir sobre el futuro de las tierras.



Identificar áreas con problemas o necesidades especiales que puedan necesitar protección o conservación.

Identificar áreas donde se puedan introducir nuevos usos (agropecuario, minero, forestal, ecoturismo, pesca, etc.) mediante la implantación de programas, servicios e incentivos financieros.

Concienciar a la población sobre el uso adecuado del territorio, evitando así conflictos sociales y daños ambientales.

Orientar la formulación, aprobación y aplicación de políticas nacionales, sectoriales, regionales y locales, sobre el uso sostenible de los recursos naturales y del territorio.

Fortalecer el desarrollo económico del territorio para que se incremente la inversión.




Tener una base técnica ambiental para el desarrollo de la investigación científica y tecnológica y que ayude a mejorar la infraestructura económica y social.

#### **2.7.1.a Características de la ZEE**

Una ZEE comprende un período de 5 a 25 años, es aplicable para todo tipo de escalas pero se la realiza principalmente en áreas extensas como cuencas de grandes ríos y regiones fisiográficas que soportan una importante población humana y tiene un gran número de beneficiarios.

### **2.7.1.b Tipos de ZEE**

Los tipos de ZEE son los siguientes:

-  Macrozonificación (escala  $\leq 1:250000$ )
-  Mesozonificación (escala  $\leq 1:100000$ )
-  Microzonificación (escala  $\leq 1:25000$ )

Todos estos tipos de ZEE son orientados a la elaboración, aprobación y promoción de proyectos de desarrollo, planes de manejo en áreas y temas específicos en el ámbito local. Además, contribuyen al ordenamiento y acondicionamiento territorial, así como al desarrollo urbano.

### **2.7.1.c Capacidad de Uso del Suelo**

Es una zonificación que se realiza en base a la geomorfología, características físicas y químicas del suelo, y datos del clima; en los que se determinan unidades o clasificaciones dependiendo de las ventajas y limitaciones del suelo.

#### **2.7.1.d Uso Potencial**

Es un análisis que se realiza en base a factores físicos, bióticos, sociales y económicos de la zona de estudio, en donde se busca optimizar el uso de las tierras, sin perjudicar al medio ambiente y beneficiando a toda su población.

#### **2.7.1.e Síntesis Socioeconómica**

Es el nivel de infraestructura que posee cada una de las poblaciones dentro de una cuenca hidrográfica, y se toman en cuenta ciertas unidades de valoración descritas a continuación:

##### ***2.7.1.e.1 Valor productivo***

Mayor aptitud para actividades productivas (agropecuarias, forestales, industriales, pesqueros, mineras, turísticas, entre otras).

##### ***2.7.1.e.2 Valor histórico cultural***

Estrategia especial por fuerte incidencia de usos ancestrales, históricos y culturales.

##### ***2.7.1.e.3 Aptitud urbana e industrial***

Condiciones para el desarrollo urbano y para la infraestructura industrial.

### **2.7.2 Caudal Ecológico**

Las diferentes actividades humanas que se realizan a lo largo de un río o fuente de agua producen un impacto negativo en el estado físico y químico de ésta. Actividades industriales, ganaderas, agrícolas, construcción de presas hidráulicas, entre otras, pueden contribuir a la contaminación de fuentes de agua superficiales como los ríos, y aguas subterráneas como acuíferos.

El término caudal ecológico se refiere al caudal mínimo necesario para el mantenimiento de los hábitat naturales importantes en la conservación de la flora y fauna, preservación del paisaje y la purificación natural del agua; es decir que, a mas de aprovechar el agua para el consumo humano u otras actividades ya antes mencionadas, es necesario mantener fijo un caudal que permita conservar la biodiversidad y las funciones ambientales.

### **2.8. Impacto Ambiental**

Es el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. Dicha acción es motivada por la consecución de diversos fines, provocando efectos colaterales ya sean positivos o negativos sobre el medio natural o social.

## **2.9. Plan de Manejo Ambiental**

Los planes de manejo, son un instrumento de orientación y planificación, que buscan una adecuada gestión de los recursos naturales y satisfacer las necesidades de las poblaciones mediante el aprovechamiento sostenible de los mismos.

A través de los planes de manejo se proponen diferentes proyectos orientados a originar planes de conservación, investigación y educación ambiental, que representan soluciones a los diferentes problemas ambientales, sociales, económicos, administrativos, entre otros, presentes en un área determinada. Además, ofrecen capacitación e incentivos que permitan a la población conocer que ocurre en su medio.

## **CAPITULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Introducción**

La metodología de investigación, explica y detalla procedimientos que se han llevado a cabo durante la ejecución del desarrollo del proyecto; involucra procesos basados en fuentes bibliográficas y conocimientos adquiridos, que hacen posible analizar y validar los datos obtenidos en la subcuenca del Río Patate

En el estudio se empleó el método descriptivo, el mismo que se apoyo con las técnicas cartográficas, procesos de interpretación visual, mediante imágenes satelitales y paquetes de tecnologías de información geográfica y comprobación en campo (observación directa), permitiendo obtener un mayor conocimiento del grado de conservación de la subcuenca.

#### **3.2. Procesos**

##### **3.2.1. Recopilación de Información**

Recopilación de cartografía base, mapas temáticos, Imágenes satelitales, datos socioeconómicos, bibliografía, otros.

**a)      *Recopilación de la información***

Se recopiló la información de las diferentes instituciones públicas así como privadas

Definidas las variables a analizar y planteados los objetivos a cumplir en el trabajo, se buscaron las fuentes de información más confiables para este tipo de estudio y así obtener los resultados esperados.

La información bibliográfica fue recopilada en el SENAGUA, INAR y la Universidad Técnica de Cotopaxi, la cuál clasificó y jerarquizó según los temas a desarrollar.

Los datos sobre precipitación en Latacunga y Ambato, vientos máximos mensuales, estaciones meteorológicas e hidrológicas, fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI correspondiente a los años 1990-2005.

La delimitación del área de estudio fue realizada en base de la información temática proporcionada por el CLIRSEN, información que sirvió también para establecer la escala de trabajo de 1:100.000.

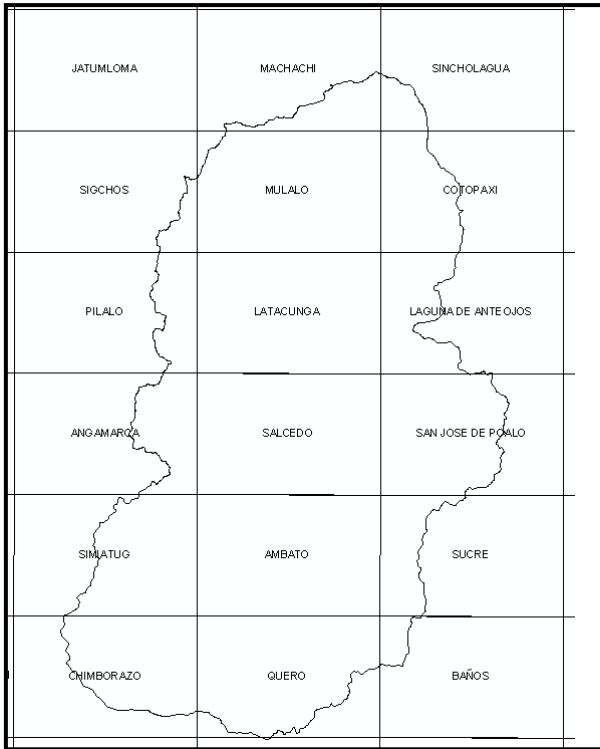
En lo relacionado con las curvas de nivel, ríos y mapa base en general, se recopilaron las cartas topográficas en escala 1:50.000 publicadas por el Instituto Geográfico Militar – IGM, facultado oficialmente de la base cartográfica del Ecuador. Además se incluye el SRTM de 90 metros.

La información cartográfica, que se obtuvo en formato analógico del Instituto Geográfico Militar, para la subcuenca del Río Patate, equivale a 15 cartas topográficas, las mismas que se detallan a continuación:

- Machachi
- Sincholagua
- Sigchos
- Mulaló
- Cotopaxi
- Pilaló
- Latacunga
- Laguna de Anteojos
- Angamarca
- Salcedo
- San José de Poaló
- Simiatuc
- Ambato
- Sucre
- Chimborazo
- Quero



- Baños



Fuente: INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
Escala 1:50.000

Se utilizaron 5 imágenes satelitales del sensor ASTER del satélite TERRA, debido a que este sensor cubre un amplio rango espectral y posee una alta resolución espacial, las imágenes utilizadas tienen 3 sistemas divididos de la siguiente manera, con una resolución de 15 metros el sistema VNIR, 30 metros en SWIR y 90 metros en el TIR.

Para la interpretación se utilizó imágenes de los años 2004 al 2007, las bandas que se utilizarán serán: 1, 2, 3 y 4, a continuación se detalla las características espectrales de cada banda utilizada.

Características espectrales de las imágenes:

<b>Espectro Electromagnético</b>	<b>Tamaño de los píxeles</b>	<b>Longitud de onda</b>
Banda-1: banda verde	15 metros	(0.52-0.60 $\mu$ ) micras
Banda-2: banda roja	15 metros	(0.63-0.69 $\mu$ ) micras
Banda-3: infrarrojo cercano	15 metros	(0.78-0.86 $\mu$ ) micras
Banda-4: infrarrojo medio	30 metros	(1.60-1.70 $\mu$ ) micras

Las imágenes utilizadas son las siguientes:

Lasso:

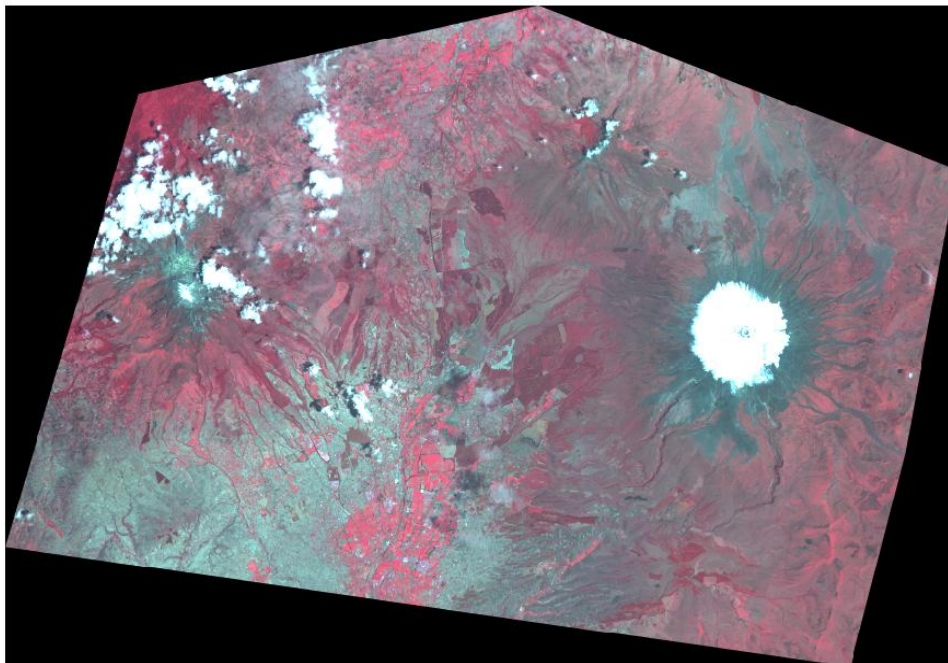


Figura. II.1. Imagen ASTER. Sector Lasso

Fuente: CLIRSEN

Salcedo:

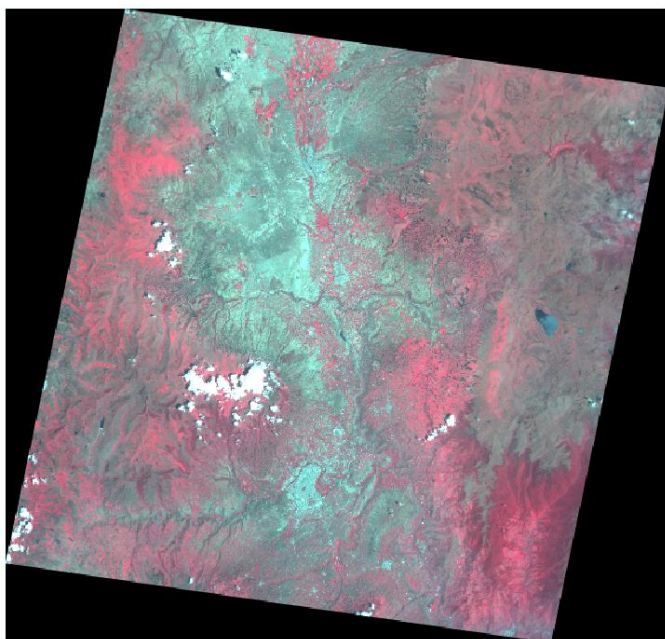


Figura. II.2. Imagen ASTER. Sector Salcedo

Fuente: CLIRSEN

Tungurahua2:

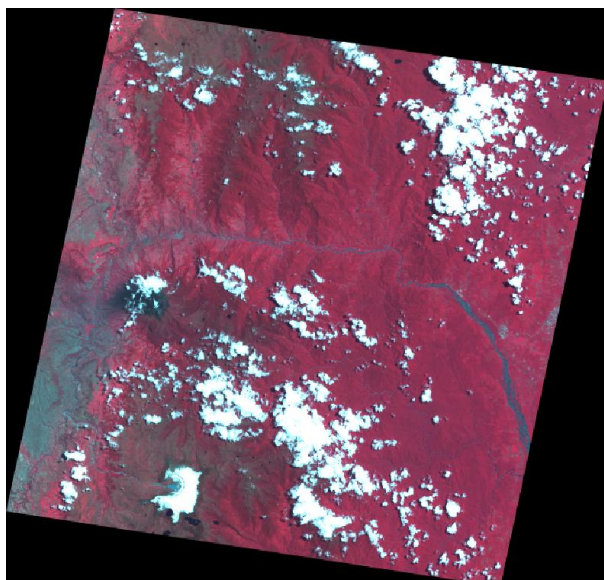


Figura. II.3. Imagen ASTER. Sector Tungurahua

Fuente: CLIRSEN

Rumiñahui-Mejía-Latacunga:

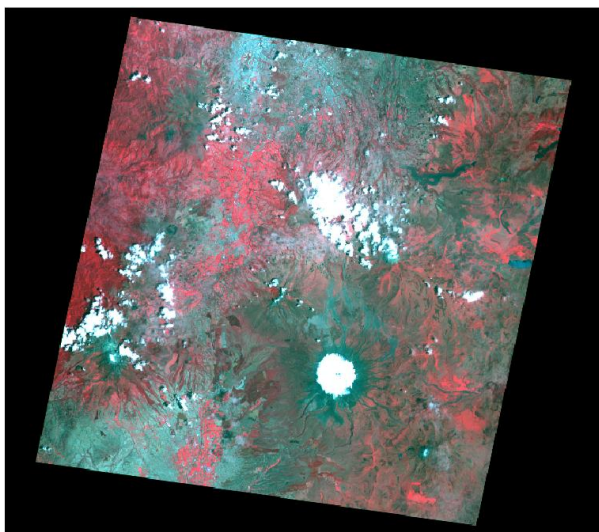


Figura. II.4. Imagen ASTER. Sector Latacunga

Fuente: CLIRSEN

Tungurahua:

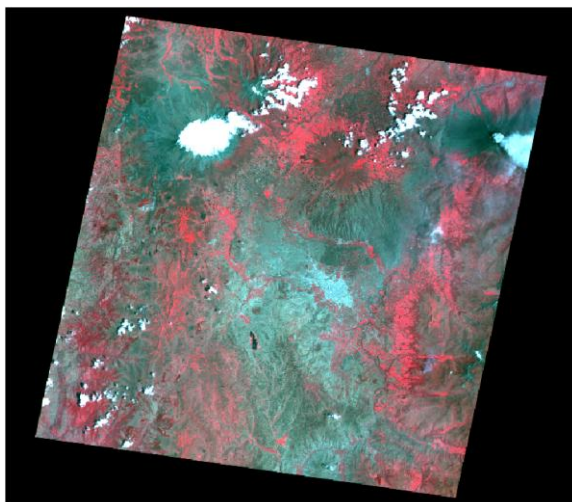


Figura. II.5. Imagen ASTER. Tngurahua

Fuente: CLIRSEN

Mosaico de imágenes Aster, que se utilizó en la Subcuenca del Río Patate



Figura. II.6. Mosaico Imágenes ASTER

Fuente: CLIRSEN

Se recopiló información de los cantones que están al interior de la Subcuenca como son: Latacunga, Pujilí, Salcedo, Saquisilí, Ambato, Cevallos, Mocha, Patate, Quero, Pelileo, Píllaro y Tisaleo, en lo referente a los temas demográfica, socioeconómica, vivienda, educación, migración y pobreza, principalmente proveniente del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC, información que pertenece al VI Censo de Población y V de Vivienda,

Resultados Definitivos del año 2001 y del Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador - SIISE, versión 4.5.

***b) Análisis y evaluación de los datos recopilados.***

Toda la información recopilada fue estudiada para determinar su utilidad en el trabajo y verificar que cumplan con los requerimientos mínimos para lograr resultados óptimos.

Una vez evaluada, se procedió a realizar la sobreposición de la cartografía base con las imágenes satelitales, para realizar una primera clasificación no supervisada, en cuanto a cobertura vegetal, uso de la tierra y lineamientos generales asociados al suelo, geología y geomorfología.

En lo que tiene que ver con los datos meteorológicos e hidrológicos, se estableció como representativos aquellos que cubran un período de 15 años 1990 – 2005.

***c) Digitalización de los mapas***

Para la digitalización en pantalla de los mapas se utilizó el software ArcGis 9.2, para obtener el mapa digital de polígonos con las unidades cartográficas de la Subcuenca del Río Patate.



El procesamiento de la información de las imágenes satelitales se la realizó en el software Erdas 8.6, mediante una clasificación no supervisada de las imágenes.

***d) Trabajo de Campo:***

El trabajo de campo fue diseñado con antelación una vez establecidas las variables a analizar, y se lo ejecutó conforme los lineamientos de la observación directa.

Para ello se cuenta con los instrumentos necesarios y adecuados al tema de estudio como son: cartografía base, imágenes de satélite, GPS, y con la clasificación no supervisada se procedió a identificar las unidades cartográficas.

Con estos insumos se realizaron varias salidas de campo, con el fin de realizar un ajuste de las unidades cartográficas por una parte, y corroborar la clasificación realizada en gabinete, por otra.

En el campo se procedió a la toma de puntos GPS, con equipo navegador Garmin Etrex Venture, de precisión +/- 5 metros



Así mismo con la ayuda de fotomapas (diseño de una fotografía o imagen con nombres geográficos, límites y otras características que le permita tener la funcionalidad de un mapa), se realizó la comprobación de elementos con un índice de duda y se identificaron otros que no habían sido contemplados en la supervisión no clasificada.

De igual manera que se procedió a realizar el análisis campo/gabinete, se levantó información desde distintos puntos de vista temáticos en cada unidad cartográfica, información necesaria para realizar la caracterización biofísica de las unidades cartográficas de tierra.

De esta caracterización se obtuvo una matriz de cada UCT y su relación con cada una de las variables biofísicas consideradas.

#### ***e) Elaboración mapas e informes finales***



El cruzamiento de los mapas y presentación de resultados se basó en cada una de las variables y parámetros elaborados con anterioridad definido: precipitación, suelos, pendiente, uso y cobertura vegetal, cuencas hidrográficas y parámetros socio-económicos.

En este paso fue indispensable el uso de las técnicas cartográficas, los procesadores de imágenes y los sistemas de información geográficas

### **3.2.2. Estandarización de la Base Cartográfica**

Estandarización de la base cartográfica, para espacializar las unidades temáticas:

Una vez recopilada la información de la cartografía base de la zona de estudio (Instituto Geográfico Militar – IGM), se procedió a realizar una validación, homogeneización y estructuración para que los datos sean manejados en el SIG. (Mapa 1. y Mapa 2.)



### **3.2.3. Análisis del Componente Físico**

#### **a) *Reconocimiento de la zona de estudio***

Se realizó un recorrido al interior de la zona de estudio, efectuando paradas y, reconociendo “in situ”, el relieve, rocas, formaciones superficiales, las diferentes formas de vida, los suelos, humedad, entre otros aspectos para el análisis respectivo en base a la interpretación del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) resolución 90 metros y las imágenes satelitales, así como también para el análisis integrado de los elementos físicos, bióticos y socioeconómicos.

#### **b) *Generación de información del relieve:***

Con la ayuda del Mapa de Paisajes y el SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) resolución 90m, se procede a interpretar en forma integrada, identificando y delimitando las unidades Cartográficas de Paisaje –UCP-, utilizando para ello, cartas topográficas 1:50.000 y los criterios detallados con anterioridad y que se refieren a: formas de relieve, desnivel relativo, forma de las cimas y vertientes, pendiente de laderas y grado de disección.

Durante este proceso, se elaborará una matriz de doble entrada, donde, en el eje de las Y, se anota el código de las UCT, mientras que en el eje de las X, se detallan los siguientes indicadores: morfología, grado de disección, litología, cobertura vegetal, uso, suelos, y capacidad de las tierras.

Para describir algunos de estos indicadores, se utilizará el mapa geológico de abarca la zona de interés. Como resultado del proceso de interpretación integrada.

## GEOMORFOLOGÍA

Cuadro 1.

Leyenda Morfología

MORFOLOGÍA		
FORMAS DE MODELADO	FORMAS DE RELIEVE	
<b>Acumulativo</b>	Valles aluviales Terrazas aluviales Conos de deyección Encañonamientos	
<b>Denudativo</b>	Coluvio-aluviales Coluviones	
<b>Tectónico erosivo</b>	Relieves planos a ondulados Relieves colinados muy bajos Relieves colinados bajos Relieves colinados medios Relieves colinados altos Relieves colinados muy altos Relieves montañosos	0 – 5 m. 6 – 20 m. 21 – 50 m. 51 – 100 m. 101 – 200 m. 201 – 300 m. > 301 m.
<b>Glaciar</b>	Valles glaciares	
<b>Volcánico</b>	Edificios volcánicos Flujos de lavas Domos volcánicos Lahares	

Fuente: CLIRSEN

Elaboración: Alumnos UTC

Cuadro 2.

Leyenda Morfometría

MORFOMETRÍA			
GRADO DE DISECTAMIENTO			FORMA DE LA CIMA
- Sin Disec.	0 - 5%		- Agudas
- Leve	5 - 12%		- Redondeadas
- Suave	12 - 25%		- Planas
- Bajo	25 - 40%		- Inexistentes
- Moderado	40 - 70%		
- Fuerte	70 - 100%		
- Muy fuerte	> - 100%		

Fuente: CLIRSEN

Elaboración: Alumnos UTC

Cuadro 3.  
Leyenda Morfodinámica

<b>MORFODINÁMICA (Campo)</b>	
<b>Erosión hídrica:</b>	<b>Movimientos en masa:</b>
Esgurrimiento difuso Poco activo o potencial Activo Muy activo  Erosión remontante Poco activa Activa	Deslizamientos Derrumbes Soliflucción  Poco susceptibles      dz Susceptibles          Dz Muy susceptibles      DZ

Fuente: CLIRSEN

Elaboración: Alumnos UTC

## GEOLOGIA

Cuadro 4.  
Leyenda Litología

<b>LITOLOGIA</b>
Cangahua: Toba, lapilli de pómez F. Latacunga: Piedra pómez, toba, aglomerado, fluvio lacustre F. Pisayambo: Andesita, lava indiferenciada, piroclastos, aglomerados F. Moraspamba: Lutita, arenisca F. Yunguilla: Lutita, limolita, grauvaca Grupo Llanganates: Filita, esquistos, gneis, gneis biotítico Lavas jóvenes del Chimborazo: Andesita Lavas antiguas del Chimborazo: Andesita Lavas del Carihuairazo: Andesita Piroclásticos del Chimborazo: Basalto y Toba Rocas basálticas de Punalica: Basalto y toba V. del Illiniza: Andesita, lava indiferenciada V. Cotopaxi: Piroclastos, andesita V. de Chiquicha: Andesita piroxeinca, toba V. del Huisla: Toba: toba de pómez, andesita V. del Igualata: Toba: toba de pómez, andesita V. del Mulmul: Toba: toba de pómez, andesita V. de Rumiñahui: Toba y diques de Andesita V. del Sagoatoa: Andesita piroxenica, toba

Fuente: CLIRSEN

Elaboración: Alumnos UTC

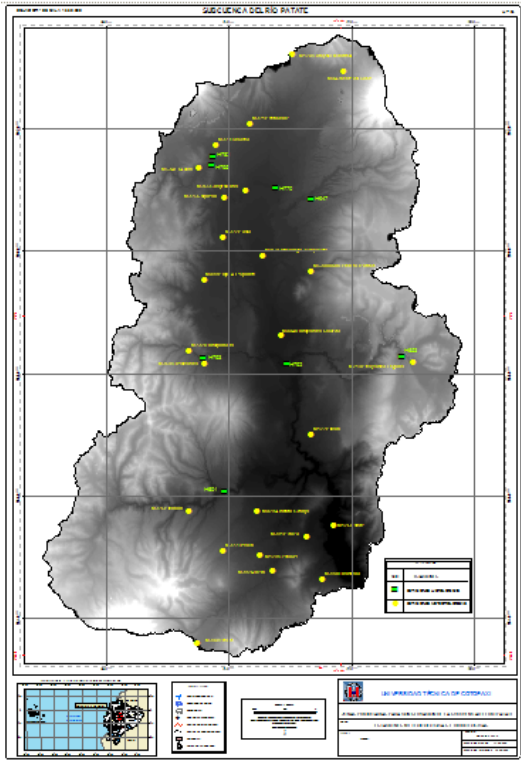
Cuadro 5.

Leyenda Formaciones Superficiales

FORMACIONES SUPERFICIALES
Depósitos aluviales
Depósitos coluviales
Depósitos coluvio-aluviales
Depósitos de escombros
Depósitos laharíticos
Depósitos glariales
Depósito lagunar

Fuente: CLIRSEN  
Elaboración: Alumnos UTC

**c) Generación de información relacionada con las características climáticas.**



Fuente: INAMHI  
Elaboración: Alumnos UTC

Para determinar las características climáticas del área de estudio, se obtiene los siguientes documentos:

- Compilación de información de las estaciones de la red meteorológica del INAMHI y demás Instituciones afines.
- Sobre las cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar a escala 1: 50.000 se procedió mediante un SIG a ubicar en coordenadas geográficas y UTM de cada una de las estaciones meteorológicas consideradas en la zona de estudio.
- En base a los datos de los anuarios meteorológicos del INAMHI, se digitó los valores mensuales de los parámetros climáticos medios mensuales y anuales de todos los años con observación hasta el 2005, para cada una de las estaciones meteorológicas.
- En base a las series de registros de funcionamiento (historial) en cada estación, se calcula los promedios mensuales y anuales para cada elemento meteorológico, tomando en cuenta generalmente un periodo de los últimos 25 años

Se calcularon y tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

a) Régimen de Precipitación  $P$  (mm)

El aporte hídrico para el balance de agua proviene de las precipitaciones. Un análisis de las precipitaciones medias mensual y anual muestra el panorama tanto

de distribución de los periodos con y sin lluvia, como el monto total disponible en el ciclo anual.

b) Régimen de Temperatura Media (°C)

La temperatura es un valor que representa la magnitud de registros de temperaturas obtenidas cada día, durante un periodo de tiempo considerado y se lo obtiene sacando el promedio de las observaciones de 07: 00, 13:00 y 19:00 horas. Se calcularon para las 13 estaciones meteorológicas existentes en la zona de estudio.

c) Temperatura Extremas (°C)

Promedios mensuales de las temperaturas medias mínimas y máximas, así como de temperaturas mínimas y máximas absolutas de las estaciones meteorológicas consideradas para el estudio.

d) Humedad Relativa (%)

La humedad contenida en la atmósfera procede de la continua evaporación que se produce sobre la superficie terrestre, especialmente de las superficies líquidas, así como de la transpiración de las plantas.



e) Nubosidad (octavos)

La observación de nubosidad se efectúa observando la proporción de la bóveda celeste cubierta por nubes y expresado en una escala que va de 0 a 8 octavos.

f) Heliofania (horas/sol)

La heliofanía que se expresa en horas de brillo del sol, se relaciona en forma inversa a la nubosidad, y constituye uno de los parámetros climáticos más escasos del país y en la zona de estudio, solamente se dispone de datos en 8 estaciones meteorológicas.

g) Régimen de Evapotranspiración Potencial ETP (mm)

Así como las precipitaciones mensuales son los aportes de agua, la evapotranspiración potencial (ETP) son los egresos de agua.

Para el cálculo de la ETP se aplicó el método de THORNTHWAITE que utiliza la temperatura media y la latitud en su fórmula, es fácil de computar y ha demostrado su aplicabilidad a las condiciones reinantes en el territorio ecuatoriano (ORSTOM - Francia y Ravelo - FAO).

#### h) Balance Hidrológico Climático (BHC)

Es el sistema por el cual se comparan los ingresos (precipitaciones) y los egresos (evapotranspiración potencial) mediante un cómputo que incluye como intermediario al suelo con su capacidad máxima de retención de agua y curva de desecación. Se opta por el sistema de Thornwaite y Mather con una capacidad de retención máxima del suelo de 250 mm. en la región interandina y de 300 mm. en la región Amazónica.

Por sobreposición mediante SIG del mapa de isoyetas sobre el mapa de isothermas en función altitudinal, se pudo obtener las siguientes clases de zonas bioclimáticas:

1. Clima Húmedo Sub-Temperado
2. Clima Húmedo Temperado
3. Clima Lluvioso Sub-Temperado
4. Clima Muy Húmedo Sub-Temperado
5. Clima Muy Lluvioso Sub-Temperado
6. Clima Páramo Húmedo
7. Clima Páramo Muy Húmedo (28)
8. Clima Seco Temperado
9. Clima Sub-Húmedo Sub-Temperado
10. Clima Sub-Húmedo Temperado

#### **d)      *Comprobaciones en Campo y Reinterpretación***

A partir de las unidades identificadas con base a la interpretación integrada, se obtuvo la información preliminar necesaria para ser comprobada en el campo. La comprobación en campo fue realizada con 3 visitas a la zona de estudio, a partir de la cual se fue corroborando y corrigiendo la información de las UCT, fundamentalmente: la morfología, morfometría, morfodinámica, litología y formaciones superficiales.

Las comprobaciones en campo consistieron en trabajar a lo largo de transectos previamente definidos en gabinete, tomando puntos GPS (coordenadas X, Y y Z), con el fin de ser ubicados correctamente en los sitios de interés y así, poder ratificar o rectificar la información obtenida en gabinete.

En el mapa de Unidades Cartográficas de Tierras definitivo, consta la información Geomorfológica (morfología, morfometría y morfodinámica) y Geológica (litología y formaciones superficiales) y de forma integrada la información de uso y cobertura.

Esta información, se encuentra en formato digital y, enlazados la parte gráfica y alfanumérica, pudiéndose así, generar información analítica o de síntesis, es decir, se puede obtener desde un mapa de pendientes, hasta un mapa geológico-geomorfológico.

#### **3.2.4. Análisis del Componente Biótico**

##### ***a) Generación de información integrada relacionada con áreas protegidas, áreas naturales sin status legal, uso y cobertura vegetal.***

La información cartográfica de la delimitación de las áreas protegidas se recopiló en el Ministerio del Ambiente MAE.

Con respecto al uso y cobertura vegetal una vez generadas las UCT y en base a dichas unidades se procedió a la interpretación integrada de las unidades de uso y cobertura vegetal.

Para la interpretación se utiliza las imágenes de los años 2004 al 2007, del satélite ASTER que posee el CLIRSEN.

#### **3.2.5. Análisis del Componente Socioeconómico**

##### ***a) Recopilación de información estadística***

Se recopila la información a nivel de Cantón: demográfica, socioeconómica, de vivienda, educación, migración y pobreza, principalmente proveniente del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC, información que pertenece al VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos del año 2001 y al Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador - SIISE, versión 4.5.

***b) Análisis de información socioeconómica sobre la base del uso actual de las tierras, Censo Agropecuario y datos del SIISE e INEC.***

Para el análisis se toma en cuenta principalmente la información estadística y cartográfica a nivel cantonal.

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS**

#### **DESCRIPCION E INTERPRETACION DE UNIDADES TEMATICAS GENERADAS DENTRO DE LA SUBCUENCA**

##### ***4.1. PAISAJES DE LA SUBCUENCA DEL RIO PATATE***

La actual distribución de los paisajes y sus componentes físicos, bióticos y socioeconómicos, obedecen a procesos ecológicos que han sucedido a través de tiempos geológicos, en forma simultánea o sucesivamente a diversas escalas de tiempo y espacio.

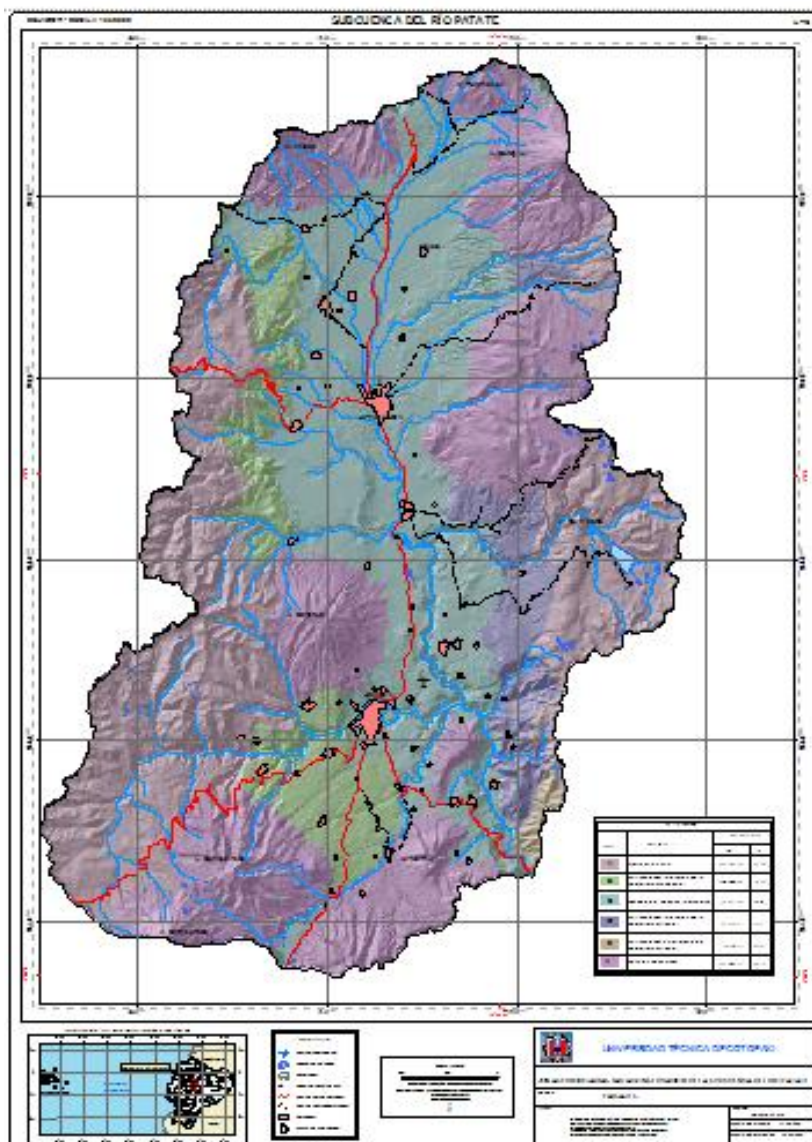
Con el propósito de entender y comprender por un lado el funcionamiento de la Subcuenca del Río Patate y, por otro, conocer como se interrelacionan e interactúan los componentes de los paisajes, es importante analizar los factores endogenéticos y exogenéticos que constituyen los pilares fundamentales para la formación de los territorios y desarrollo de los espacios geográficos.

Se generó información primaria, integrada, actualizada y georeferenciada (Unidades de Paisaje – formato digital \*.shp), que será la base para crear conocimiento que aporte en un futuro a una mejor planificación de los sistemas antropizados y naturales al interior de esta subcuenca. (Ver Mapa 4.) En el

Gráfico 4., se visualiza la distribución de los paisajes al interior del territorio de la Subcuenca del Río Patate

Gráfico 4:

Distribución de los paisajes de la Subcuenca del Río Patate



Elaboración: alumnos UTC

#### **4.1.1 PAISAJE SIERRA ALTA Y FRÍA**

##### **4.1.1.a Localización**

Este paisaje se encuentra entre la cota 3125 y 4510 en las cumbres de las dos Cordilleras, Occidental y Oriental a lo largo de la subcuenca, dentro de un rango altitudinal sobre los 3200 hasta los 4500 o 4750 m.s.n.m.<sup>1</sup>, ocupando una superficie de 116.382,20 Ha, que significa el 17.60% de la superficie total de la zona de estudio. (Ver Mapa 6. Paisajes)

##### **4.1.1.b Geología y Geomorfología**

Las características físicas de este paisaje, están ligadas a los procesos volcánicos que permitieron la formación de la cordillera de los Andes y que continúan hasta el presente, es así que, este paisaje presenta principalmente afloramientos de rocas, escombros y piroclastos, se compone principalmente de cimas suavemente redondeadas y en algunos casos planas a onduladas, pero en las cuales muchas veces sobresalen afloramientos rocosos, cuyas cimas son agudas (picos). También, es propio de este paisaje la presencia de humedales (hondonadas), que corresponden en la mayoría de los casos a acumulaciones coluviales, donde los suelos son esponjosos, pantanosos y existen pequeños montículos, conocidos como almohadillas. (Alain Winckell, A., 1997)

---

<sup>1</sup> Dr. ACOSTA-SOLIS, Misael. 1977. Clasificación Geobotánica de las Formaciones Vegetales y Forestales del Ecuador. Quito – Ecuador.



Geológicamente, el paisaje está compuesto por: Formación Pisayambo (Plioceno), localizada en la parte noroccidental y nororiental de la subcuenca, se hallan formados por material piroclástico, principalmente por aglomerados andesíticos, lavas indiferenciadas, piroclastos y aglomerados, las rocas de edad pleistocénica consisten de tobas cafés a blancas de grano medio, con piedra pómez y fragmentos andesíticos, y flujos de andesita basáltica.

En relación a la morfología, fueron identificados principalmente los relieves montañosos (> 301 metros), están localizados en el centro sur, sur y noroeste de la subcuenca; los relieves colinados altos a muy altos (101 – 300 metros) ubicados en el suroeste y centro del área de estudio y los relieves colinados medios a bajos (21 – 100 metros) ocupan un 15% (534,67 Km<sup>2</sup>) del paisaje Sierra Alta y Fría, situados al sur de la cuenca; el 19% (697,41 Km<sup>2</sup>) corresponde a otras formas del relieve, entre ellas se puede citar a los coluvio aluviales, coluviones, encañonamientos y vertientes, que se encuentran de forma dispersa al interior de este paisaje.

El grado de disectamiento que se presenta de manera dominante en el paisaje, es el Fuerte a Muy fuerte (70 - > 100%), el mismo que se encuentra principalmente en la parte centro sur de la cuenca y de manera menos representativa al occidente de la misma, seguido por el grado de disectamiento de Fuerte a Moderado (40 – 100%), y Suave a Bajo (12 – 40%), y las zonas Sin disectamiento a Leve (0 – 12%), Bajo a Moderado (25 – 70%), entre otros.

#### **4.1.1.c Clima y Suelos**

El clima de este paisaje es generalmente frío y húmedo, pues la humedad relativa es siempre superior al 80%. Sobre los 4600 m.s.n.m., se tiene una temperatura media anual que oscila entre los 2 a 6°C; mientras que a una altitud entre los 3000 a 4000 m.s.n.m. se registran temperaturas entre 6 a 12°C. La precipitación media anual supera los 700 m.m., pues la mayoría de los aguaceros son de larga duración, pero de poca intensidad.

Los suelos son de origen volcánico, de color negro, se caracterizan por tener gran cantidad de materia orgánica, altas tasas de retención de agua y gran permeabilidad, que vuelven a los mismos muy suaves y fáciles de perturbar.

#### **4.1.1.d Uso y Vegetación**

El paisaje Sierra Alta y Fría, está conformado en gran parte por el ecosistema de páramo, cuya función principal es la de producir y regular las fuentes hídricas (esponja reguladora), prestando un importante servicio ambiental a las comunidades rurales (uso doméstico, riego, bebedero de animales) y urbanas (uso doméstico, industrial).

Este ecosistema del que dependen directa o indirectamente millones de personas en el país por su importancia ecológica, social y económica, es considerado como un ecosistema estratégico pero a la vez frágil, debido a que el frío es intenso la recuperación de la vegetación es lenta.

Por otro lado, existe el peligro de pérdida de la diversidad de flora en este ecosistema, la misma que ayuda y es de gran importancia dentro del ciclo hidrológico (de acuerdo a su fisonomía, atrapan una mayor o menor cantidad de agua, especialmente cuando se trata de humedad atmosférica - rocío), todo ello debido a que el hombre presiona hacia las partes altas con las actividades agrícolas y ganaderas, también algunas especies de flora han sido usadas tradicionalmente como medicina natural.

#### **4.1.2. PAISAJE ESTRIBACIONES INTERIORES DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL**

##### **4.1.2.a. Localización**

Las Vertientes Interiores de la Cordillera Occidental, encuentra entre la cota 2714 a 3710 m., comprenden al interior de la subcuenca, una faja longitudinal de norte a sur, alcanzando el límite inferior de las tierras frías a los 3300 – 3400 m., y descienden hasta el contacto con los fondos de cuenca generalmente a los 3200 m. en unos casos y 1800 m. en otros. (Winckell, A., 1997 y Acosta, S., 1971).

Este paisaje en la subcuenca ocupa una superficie total de 384.844 Ha que corresponde al 58,2% del territorio total de la subcuenca. (Ver mapa 6. Paisajes).

##### **4.1.2.b. Geología y Geomorfología**

El basamento de este paisaje está constituido por cortezas continentales recubiertas por terrenos sedimentarios y magmáticos de diferentes edades más o menos deformados; estos relieves son relativamente jóvenes, producto del aplastamiento de arcos volcánicos por la colisión de la corteza oceánica y continental (Winckell, A., 1997).

Morfológicamente los modelados son relativamente homogéneos, se trata de relieves fuertemente disectados por una densa red de quebradas, barrancos estrechos y perfil en V, con pendientes dominantes mayores al 100%, generalmente con incisiones densas y profundas.

Durante el Cenozoico un volcanismo de tipo andesítico depositó extensos mantos de lavas, tobas y de aglomerados de los grupos como: Sicalpa, Latacunga y la Formación Pisayambo (Hall y Calle, 1981 en EPN-CLIRSEN-ORSTOM-IPGH, 1988), estos grandes depósitos están constituidos por Cangahua y son los que predominan en las vertientes interiores occidentales, formando una gruesa cobertura de sedimentos volcanoclásticos, producto del magmatismo cuaternario y a la cual se sobreponen discordantemente depósitos terciarios (Noblet et al., 1986 en EPN-CLIRSEN-ORSTOM-IPGH, 1988) moldeando de esta manera una paleotopografía; la Cangahua está compuesta en su mayoría por materiales finos “cenizas, arenas y lapilli” con una composición mineralógica idéntica a las lavas del mismo período.

La Formación Pisayambo le sucede a la anterior en superficie, y está formada por una gruesa y extensa secuencia volcánica, presentando lavas de 10 a 25 m. de

espesor, son horizontales con buzamientos débiles, el espesor total probablemente sobrepasa los 2000 m. (Baldock, 1982) en la mayoría de los casos descansa sobre rocas metamórficas; se cree que esta formación sirvió de plataforma para que se formen los volcanes más modernos, constituye gran parte de las tierras altas tanto Este como al Oeste de Ambato.

Es importante que se diferencie las vertientes interandinas inferiores que se ubican en continuidad topográfica de las anteriores y son éstas las que entran en contacto con los pisos de las cuencas; presentan relieves generalmente más suaves que las vertientes superiores, dominando los modelados de disección en jirones y rellenos (Winckell, 1997). Además esta estratificación se evidencia en el orden climático, mientras las vertientes superiores son frías y húmedas, las inferiores gozan de cierto abrigo, pero resulta difícil diferenciarlas en el orden geomorfológico ya que algunas formaciones litológicas afloran en la totalidad de las vertientes interiores.

#### **4.1.2.c      Clima y Suelos**

En cuanto al clima, en esta zona predomina el Sub-Húmedo Templado y Húmedo Sub Templado. Se extiende en áreas relativamente grandes a lo largo del Callejón Interandino, formando llanuras sub-húmedas que incluyen Pujilí - Salcedo, Píllaro - Pelileo; esta región se localiza entre altitudes de 2000 a 3100 m.s.n.m., la temperatura media anual oscila entre 12 y 18 °C, y la precipitación media anual varía entre los 500 y 1000 mm. la estación seca es muy

heterogénea, comprendida entre los meses de julio a septiembre (Lucero, R., 2008).

Los suelos son negros, poco profundos, arenosos, derivados de materiales piroclásticos, con menos de 30% de arcilla en el primer metro. (Ver mayor información en el Anexo 2.)

#### **4.1.2.d.      Uso y Vegetación**

Las vertientes interandinas inferiores se caracterizan por la generalización de las asociaciones de cultivos de tipo templado; constituye por excelencia el dominio de los sistemas culturales a base del maíz, asociado con trigo y fréjol, y a los cultivos secundarios como la lenteja, chocho y arveja. Los pastos siguen estando presentes pero en menor extensión que en las zonas superiores más húmedas. Las vertientes que caen a la Latacunga demuestran esta estratificación vertical.

#### **4.1.3. PAISAJE FONDO DE CUENCA INTERANDINA**

##### **4.1.3.a.      Localización**

Los paisajes de los fondos se encuentran entre la cota 1987 y 3878 m. y ocupan al interior de la Subcuenca del Río Patate 12.875 Ha que corresponde al 1,94% de la superficie total de la subcuenca. Se encuentran entre las dos cordilleras formando una depresión interandina, distribuidos en una faja longitudinal o alargada limitada por fallas que va de sentido norte a sur y de forma continua esta

faja avanza hasta Pelileo, Patate y cerca de Baños donde es interrumpida o separada de sus vecinas del norte por el nudo formado por edificios volcánicos coalescentes como el Huisla e Igualata y por un volcán reciente el Tungurahua, que acentúan más la impresión de fragmentación de éstas; dejando un estrecho cordón que nuevamente tiende a abrirse a medida que se acerca a Riobamba y continua hasta el Chambo.

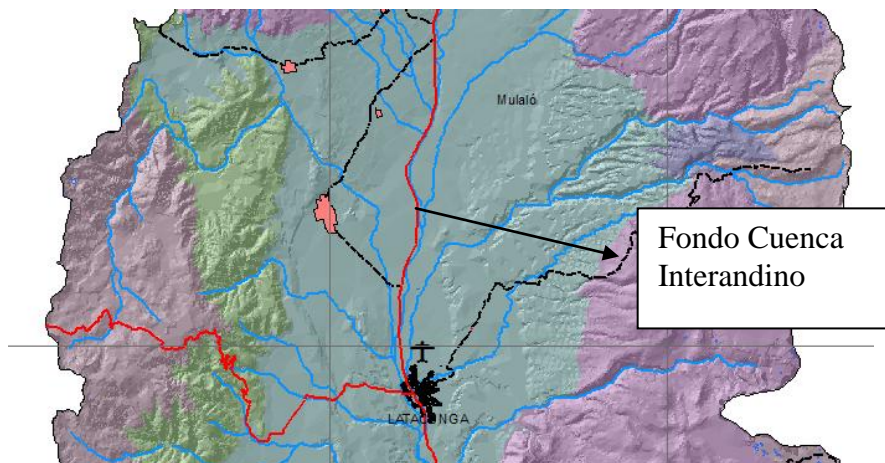
#### **4.1.3.b. Geología y Geomorfología**

Es muy probable que la depresión interandina es en su totalidad un graben, compuesto de diversos bloques en distintas etapas tectónicas (Hall, M., 1977). En el Gráfico 5. se puede apreciar el fondo de cuenca interandino al interior de la Cuenca.

Las altitudes de los fondos de cuenca son de origen estructural mientras que de los relieves de las estribaciones son de origen climático, los límites de los fondos de cuenca provienen de la interacción de dos fenómenos inversos, la amplitud del hundimiento tectónico de los pisos y el espesor del relleno posterior de los depósitos volcano-sedimentarios, pudiendo tener altitudes variables como 2800 m. por Riobamba, pero más de 3000 m. arriba de la Latacunga; los límites inferiores dependen del encajonamiento de la red fluvial normalmente comprendidas entre 2200 y 2400 m.

Gráfico 5.

Fondo de Cuenca Interandino



**Elaboración:** Alumnos UTC

Las Formaciones más importantes en este paisaje son: Formación Latacunga, que se encuentra en la depresión Latacunga – Ambato, esta formación consiste en un aglutinado tobáceo no consolidado y material volcánico con una matriz pelítica, representados por pedazos de piedra pómez de dimensiones variables y por material pulveroso (Hoffstetter, 1977). La piedra pómez se presenta en pedazos con estructura fluidal porosa, con partículas de cuarzo, magnetita y fenocristales.

El segundo grupo más representativo es la Cangahua, es un depósito que puede considerarse como una toba volcánica y partículas finas también volcánicas como, plagioclasas, hornablenda, augita, biotita y a veces cuarzo, es decir todos los elementos mineralógicos de las andesitas que constituyen los productos volcánicos de la región, estos depósitos los podemos encontrar en varias partes del Paisaje Sierra Alta y Fría, así como en las Etribaciones Interiores Occidentales y con menor frecuencia en los Fondos de Cuenca.



Generalmente los glaciares - conos disectados de la vertiente occidental se encuentran entre los 2800 y los 3200 m. Latacunga presenta extensos glaciares muy disectados, la recubren los depósitos de rellenos lacustres, fluviales y torrenciales de la Formación Pleistocena Latacunga y 2600 m. al Sur por Salcedo, pero las partes altas alcanzan los 3400 m. al pie del Cotopaxi. Al oeste y suroeste de Ambato se escalonan entre 2800 y 3200 m. al pie del Carihuirazo y entre 2600 y 3000 m. por Pelileo.

#### **4.1.3.c. Clima y Suelos**

Generalmente, los fondos de la subcuenca poseen climas templados y deficitarios en precipitaciones debido a la posición abrigada de estas depresiones. Dependiendo de las zonas climáticas en que se encuentren los fondos de cuenca, y si se toma en cuenta la precipitación y temperatura, éstos pueden ser muy húmedos, húmedos y muy secos a áridos. La humedad relativa del aire varía desde más del 90% en las estaciones expuestas a los aportes de humedad, hasta el 70% en el centro de las cuencas más secas.

El clima que domina este paisaje es el Sub Húmedo Templado se extiende a lo largo del callejón interandino, formando llanuras muy húmedas, considera altitudes entre los 2000 a 3000 m. y una temperatura promedio de 12° a 18° C y la precipitación media anual varía entre los 500 y 1000 mm. La estación lluviosa es de tipo occidental mientras que la seca es heterogénea, en algunos sectores se presenta un clima tipo mediterráneo como en Píllaro, Patate, Paute, etc. (Cañadas, L., 1983).

#### **4.1.3.d. Uso y Vegetación**

Este paisaje concentra a casi la totalidad de las ciudades, la mayoría de las poblaciones y las principales explotaciones agrícolas y pecuarias.

#### **4.1.4. PAISAJE EDIFICOS VOLCÁNICOS**

##### **4.1.4.a. Localización**

Este paisaje se encuentra entre la cota 2775 y 5613 metros, en la subcuenca comprende una superficie de 122.740 Ha correspondientes al 18,57% de la superficie total de la subcuenca, contiene en las dos cordilleras edificios volcánicos correspondientes a edades muy antiguas y recientes. Ver Gráfico.

En la Cordillera Occidental encontramos el volcán Iliniza y muy antiguo el Carihuairazo. Mientras que la Cordillera Oriental presenta los siguientes volcanes: Cotopaxi, Tungurahua, de los cuales todos a excepción de El Altar son edificios volcánicos recientes y activos. (Ver mapa 6. Paisajes)

##### **4.1.4.b. Geología y Geomorfología**

Los relieves interandinos deben a los volcanes sus principales características, debido a que éstos contribuyeron para realzar las dos cordilleras submeridianas de una forma significativa. Los volcanes también están presentes en el graben

interandino formando edificios coalescentes llamados nudos que han delimitado regiones con características diferentes. (Winckell. A., 1997)

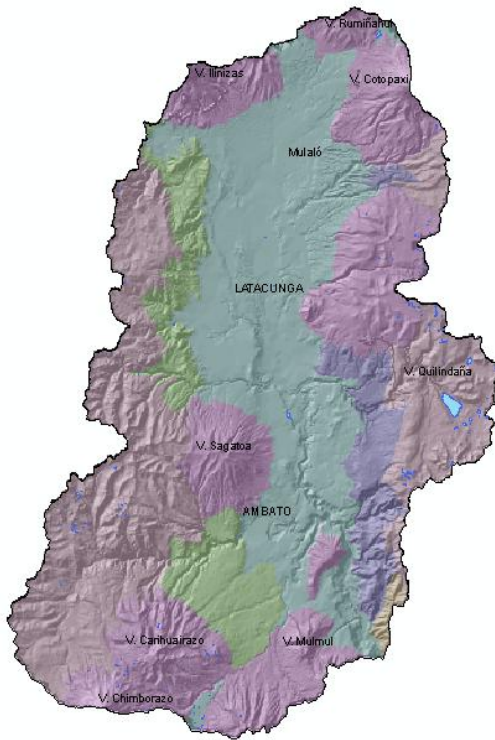
El volcanismo prosigue durante y luego del terciario, precisamente desde el Oligoceno Tardío hace 26 millones de años (I.G.N, 2006), sobre el emplazamiento actual de las cordilleras donde sus productos constituyen el basamento de los Andes septentrionales y centrales y son estos productos volcánicos los que han rellenado por sedimentación las cuencas interandinas, mientras que el volcanismo explosivo es responsable de la construcción de numerosos estrato-volcanes repartidos en las partes norte y centro de la sierra andina. Una síntesis geológica realizada por expertos del DGGM, 1982 mencionan dos etapas: la más antigua conocida como “Volcánicos del Altar” del Pleistoceno y la más reciente “Volcánicos del Cotopaxi” de edad Holocénica. Aunque es incierta la edad del principio del volcanismo moderno en los Andes septentrionales, se cree que empezó durante la época Pliocena - Pleistocénica es decir hace tres o cuatro millones de años (Hall. M., 1977).

En el Valle Interandino de la subcuenca encontramos dos grupos dispersos de volcanes los cuales a veces lo atraviesan enlazando las dos cordilleras y formando nudos como el que contiene los viejos volcanes Igualata, Mulmul, Huisla, que une Ambato, Riobamba y Baños; al noroeste de Ambato encontramos al Sagatua que se halla en una cuchilla transversal que penetra en la depresión; al norte cerca de Latacunga encontramos un domo volcánico conocido como Putzolagua, cerca del límite norte de la cuenca existe un nudo que está formado por los cerros Chaupi y Tiopullo y el gran volcán Rumiñahui, éste último se halla

en pleno fondo de la depresión a lo largo de una falla, y solo la parte sur de este se encuentra contenido en la subcuenca.

Gráfico 6.

Edificios Volcánicos al interior de la Subcuenca del Río Patate



**Elaboración:** Alumnos UTC

El fallamiento del callejón interandino ha controlado fuertemente la ubicación de muchos de estos volcanes como El Altar, Tungurahua, Cotopaxi que definen una línea recta al filo del graben, pudiendo ser ésta la razón de la larga e intensa actividad del Cotopaxi (Hall. M., 1977).

Según las diferentes categorías de volcanes que Alain Winkell propone, encontramos al interior de la subcuenca del Río Patate, aquellos que mediante su aspecto físico general refleja la edad presumible de la construcción,

estableciéndose cuatro generaciones de volcanes de las cuales dos se encuentran en el área de estudio y son:

- Los volcanes bien conservados como la gran mayoría al interior de la subcuenca y a excepción de los tres volcanes activos; son volcanes antiguos de segunda y tercera generación con formas típicas en pitones y chimeneas o vestigios de conos, con perfiles que sufrieron una profunda remodelación de su superficie quedando más que crestas afiladas en unos casos, y conos bastante accidentados (producto de la erosión diferencial de los derrames volcánicos superpuestos) cuando se encuentran mejor conservados. A este grupo pertenecen:

Ilinizas, Carihuarizo, Igualata; y los que no sufrieron un total enhielamiento cuaternario ya sea por razones altitudinales y condiciones climáticas (cumbres menos elevadas o localizadas en un entorno bajo, precipitaciones insuficientes y temperatura elevadas) como el Rumiñahui.

#### **4.1.4.b.1. Volcán Cotopaxi**

La Región Interandina norte está caracterizada por un vulcanismo antiguo y reciente ubicado en el macizo montañoso de los andes, como resultado de diversos procesos geológicos (Manrique 2006). En la Cordillera oriental de los andes se levanta el complejo volcánico activo de mayor elevación y posible belleza, del mundo: El Cotopaxi (5 897 msnm), que significa Trono de luna, en lengua nativa. Su gran cono posee un cráter de 800 m de diámetro y 334 m de

profundidad (Barberi *et al.* 1995)., el alemán Alexander Von Humboldt, en 1802, dijo: “la forma del Cotopaxi es la más hermosa y regular de todos los picos colosales en los andes, es un cono perfecto cubierto por una capa blanca de nieve que brilla con el sol, sobreponiéndose al azul del cielo”.

El Volcán Cotopaxi tiene 13.000 años de antigüedad y hace 4.600 colapsó todo su flanco norte formándose una avalancha de escombros que llenó todos los valles y luego giró hacia esmeraldas. La primera erupción con registro histórico data de 1532 o 1533 d.C. según el autor (aguilera y toulkeridis 2005)., estos precedentes nos demuestran que su belleza se compara con su alto grado de peligrosidad, constituyéndose el Complejo Volcánico del Ecuador de mayores repercusiones tanto económicas, ambientales como humanas, en el caso de erupcionar.

Sus flancos son rectilíneos muy empinados y profundamente esculpidos por grandes valles glaciares radiales. El Cotopaxi actual es un estrato volcán asentado sobre los restos de un edificio totalmente destruído (Winckell. A., 1997).  
Ver Fotografía 2.



**Fotografía 2. Volcán Cotopaxi**  
**Fuente:** Alumnos U.T.C.

#### **4.1.4.b.2. Volcán Tungurahua**

Es un joven estrato volcán, constituido por un magnífico cono de forma casi simétrica y con laderas escarpadas y rectilíneas, la huella glaciar no es visible más que en la parte superior del cono. Su altitud baja (5016 m.) explica la existencia de un manto glaciar menos importante y menos extenso. Históricamente, es un volcán muy activo, tiene un casquete cúspide limitado de nieves y hielos, posee un cráter bien definido en forma de embudo, pero encentrado en lo alto de la ladera.

Los materiales emitidos, homogéneos en su conjunto, se componen principalmente de grandes cantidades de proyecciones piroclásticas asociando escorias, piedras pómez, lápilli y cenizas, y de depósitos peleanos (nubes ardientes) asociados con corrientes de lavas y lahares.

El Tungurahua presenta una gran actividad histórica, así desde 1850 una decena de períodos de actividad se sucedieron. La mayoría de las últimas explosiones son de tipo explosivo, vulcano - peleano (Winckell. A., 1997), con fuertes explosiones y proyecciones de grandes cantidades de piroclastitas.



**Fotografía 3. Volcán Tungurahua**

**Fuente:** <http://www.sveurop.org>

## **4.2. CLIMA**

El clima de la subcuenca del Río Patate se encuentra influido por los regímenes climáticos occidental y oriental que prevalecen en el país. Los efectos del primero están determinados por las corrientes marinas de Humboldt y El Niño, y el segundo por el sistema de convergencia intertropical.



Estos fenómenos condicionan el clima del área, tipificándose cuatro masas de aire que influyen en la zona de estudio, especialmente en las Estribaciones de la Cordillera de los Andes y zona sur de la Cuenca.

Los cuatro tipos de masas del aire son: a) masas de aire caliente de origen oceánico; son húmedas con origen en el océano Pacífico con desplazamiento hacia el continente. Al llegar a la cordillera, el aire caliente sube por convección y se enfría adiabáticamente condensando su humedad, originando así precipitaciones en el Callejón Interandino, especialmente entre los meses de octubre a mayo; b) masas de aire caliente de origen continental que se originan en la cuenca del Amazonas, descargan su humedad en el Flanco externo de la Cordillera Oriental, pero sus efectos invaden el Callejón Interandino, especialmente en el área de confluencia de los ríos Chambo y Patate, aguas arriba del sitio de la presa de Agoyán, originando lluvias mayores entre junio y septiembre; c) masas de aire templado: estas masas se sitúan entre los 2000 y 3000 m.s.n.m. y, d) masas de aire frío, que se ubican en áreas pequeñas alrededor de las cumbres de los volcanes del sector.

#### ***4.2.1. Análisis de los Elementos del Clima***

Para la caracterización de los elementos del clima en el área de influencia, se acude a más de las ubicadas dentro de la zona de estudio, también a la utilización de los registros de estaciones meteorológicas ubicadas fuera de la zona de interés (periféricas), pero que dada su cercanía y similar posición fisiográfica, son representativas para establecer la ocurrencia de los diferentes parámetros meteorológicos.

La red de estaciones en su mayoría fueron instaladas alrededor de 1970 a 1980, por el INAMHI, ex INECEL y ex INERHI; la red meteorológica del ex INECEL y del ex INERHI tuvieron pocos años de registro, produciendo en parte la deficiencia de partición de las estaciones desde el punto de vista tanto espacial como altitudinal en la zona.

El relieve tiene una influencia permanente en los elementos climáticos, cuando la altitud aumenta, baja la presión atmosférica, se incrementa la radiación solar, disminuye la temperatura del aire, cambia la trayectoria de los vientos y se modifican las alturas pluviométricas.

En el Cuadro 8. Se encuentra el código, nombre, ubicación UTM, altura, clase y periodo de registros, de las estaciones meteorológicas que se encuentran en la zona de estudio.

Cuadro 8.

Estaciones Meteorológicas

ESTACIONES METEOROLOGICAS								
CODIGO	ESTACION	X. COORD.	Y. COORD.	ALT (m)	PRECIP. (mm)	TEMP. (°c)	CLASE	REGISTRO (AÑOS)
M-004	RUMIPAMBA -SALCEDO	768130	9885756	2680	527.2	14.1	C	1977 - 2005
M-028	AMBATO - GRANJA	766342	9860485	2680	448.8	13.7	C	1981 - 2005
M-043	MARSICAL SUCRE	758184	9904145	3670	1423.6	7.8	C	1963 - 1982
M-064	AEROPUERTO LATACUNGA	765642	9899336	2785	529	14.6	C	1973 - 1999
M-066	AMBATO AEROPUERTO	770469	9866935	2515	537.5	14.7	C	1974 - 1999
M-087	MULALO	770477	9914483	3040	679	12	C	1973 - 1985
M-088	PUJILI - 4 ESQUINAS	756505	9895091	3020	620	12.6	C	1964 - 1988
M120	COTOPAXI - MINITRAK	769488	9931534	3590	1075.5	8.4	C	1975 - 2004
M-215	PUJILI - H.SAN ANTONIO	757560	9884415	3030	846.4	12.2	C	1964 - 1987
M-126	PATATE	777765	9855639	2270	628.1	16.2	C	1979 - 2004
M-127	PILLARO	772352	9870621	2770	609.3	13.3	C	1978 - 2004
M-128	PEDRO F. CEVALLOS	765405	9850376	2910	515.6	12.6	C	1980 - 2005
M-219	PISAYAMBO, LAGUNA	789993	9879764	3560	1340	7.1	C	1965 - 1989
M-365	GUAYTACAMA	762895	9909601	3075	468.7		P	1975 - 1999
M-369	CUSUBAMBA	756060	9882035	2990	555.6		P	1981 - 2005
M371	PASTOCALLE	763554	9920415	3130	773.7		P	1978 - 2002
M-372	POALO	758906	9902861	2900	467.8		P	1975 - 1986
M373	TOACASO	758055	9917238	3000	728.5		P	1976 - 2002
M-375	SAQUISILI	760202	9907698	2920	790.6		P	1980 - 2005
M-376	PILAHUIN	753058	9856806	3360	678.7		P	1981 - 2005
M-377	TISALEO	759684	9851211	3250	795.1		P	1981 - 2005
M-380	HUAMBALO	755144	9846524	2880	892.0		P	1981 - 2005
M-381	PELILEO	775592	9853808	2525	554.6		P	1976 - 1988
M-382	QUERO	766299	9847855	2870	601.2	7.5	P	1976 - 1990
M-390	URBINA	754782	9835944	3619	955.9		P	1981 - 2005
M-530	ILLUCHI-PLANTA ELECTRICA	775330	9898909	3300	705.6		P	1972 - 1985
M-534	EL ACCHI	754396	9906257	3600	700.2		P	1976 - 1986
M-579	SALCEDO - CENTRO AGRICOLA	768478	9885913	2636	529.9		P	1964 - 1976

C	Estación Climática
P	Estación Pluviométrica

#### 4.2.1.a. PRECIPITACIÓN P (mm)

En el Cuadro 9. Se presenta los promedios mensuales y anuales de pluviometría para 24 estaciones, ubicadas dentro de la subcuenca, valores basados en periodos de observación (años de registro) hasta el año 2005 y sus respectivos historiales de funcionamiento de las principales estaciones: Rumipamba - Salcedo, Ambato - Granja, Latacunga - aeropuerto, Cotopaxi - Minitrak, Pisayambo.

En términos generales se observa que en el Callejón Interandino de la subcuenca se presentan dos períodos con mayor incidencia de lluvias: de octubre a diciembre y de marzo a mayo. Existen variaciones entre las estaciones en cuanto a los periodos lluviosos, lo cual se atribuye a la altura, exposición y sitio donde están ubicadas.

De manera general se puede observar que, a pesar de la existencia de un máximo lluvioso entre los meses de junio a agosto y una baja relativa en los meses de diciembre y enero, la distribución de las lluvias es notablemente homogénea en toda la zona.

El análisis de las lluvias permitió identificar cuatro zonas con características lluviosas propias. Las zonas son:

Zona 1. Zona de páramo de la Cordillera Real. Tiene una pluviometría superior a los 1000 mm/año, con una época lluviosa de abril a agosto, coincidente con los meses secos del resto de la subcuenca, fenómeno que se produce debido a la influencia de las masas de aire provenientes del Oriente.

#### Cuadro 9.

Precipitación media anual y mensual (mm.)

PRECIPITACION MEDIA ANUAL Y MENSUAL (mm)														
ESTACION	CODIGO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
RUMIPAMBA - SALCEDO	M-004	43.3	52.6	60.2	63.1	54	25.3	16	16.2	34.9	48.3	56.7	56.8	527.2
AMBATO - GRANJA	M-028	21.4	37	47.5	55.2	45.9	38	26.9	24.5	33.9	46	40.7	31.7	448.8
LATACUNGA AEROPUERTO	M-064	31.7	59.3	56.7	75.8	55.1	19.7	16.9	14.1	32.5	59.2	59.4	48.6	529
COTOPAXI MINITRAK	M-120	85.7	97.3	113.7	140.5	125	64.5	48.5	40.9	75.6	106	81.9	96	1075.5
PISAYAMBO	M219	71.6	109.6	105.7	126.2	123.8	170.1	161.5	124.1	96.6	88.6	77.4	84.7	1340
URBINA	M390	56.1	69.3	101	113.3	91.8	80.9	87.2	65.2	72.1	82.1	69.6	67.3	955.9

**Fuente:** Anuarios Meteorológicos del INAMHI

**Elaboración:** Alumnos UTC

Zona 2. Flancos orientales de la Cordillera Occidental. Esta zona señala precipitaciones que van de 600 a 1000 mm. por año, observándose en ella dos estaciones lluviosas: febrero a abril y octubre a diciembre. En estas áreas se observa un déficit hídrico en los meses menos lluviosos que incide en la producción agropecuaria de secano que se realiza en estos lugares. Las lluvias presentan intensidades fuertes, son causantes de la erosión hídrica, sobre todo

en suelos desnudos, por lo que es necesario recomendar un empastamiento de éstos para así evitar la completa degradación del suelo.

Zona 3. Zona del Callejón Interandino. Corresponde a las zonas más bajas del Callejón Interandino, presenta precipitaciones anuales menores a 500 mm. Se observan dos estaciones lluviosas que corresponden a los meses de octubre - diciembre y febrero - mayo.

#### **4.2.1.b. TEMPERATURA MEDIA (°C)**

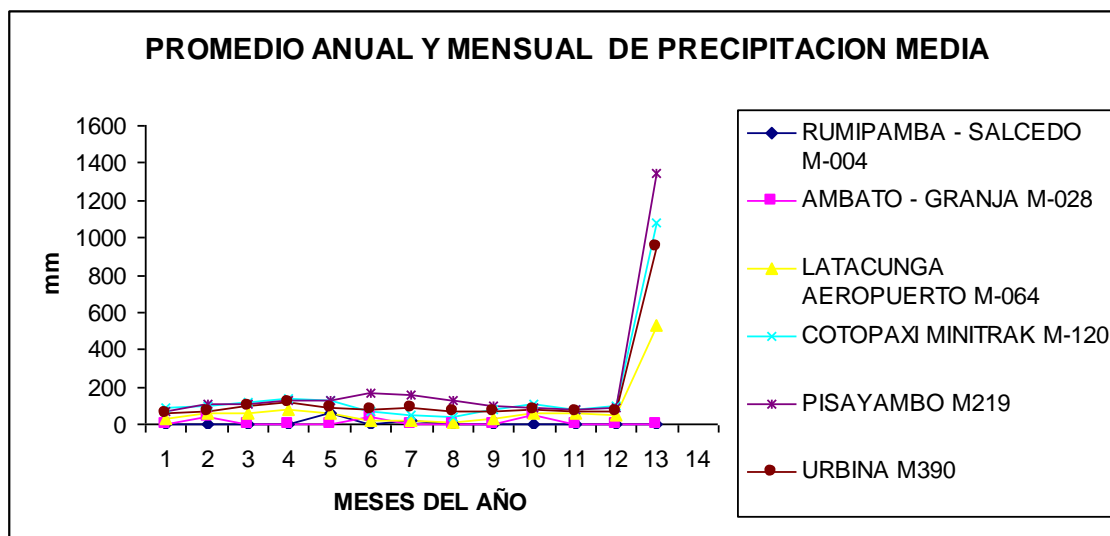
En el Grafico 8., se encuentran graficadas las temperaturas de las 6 estaciones, cuya curva describe la distribución mensual de la temperatura media del aire en el transcurso del año.

Al interpretar este gráfico, se establece que la curva es de carácter monomodal y de un análisis rápido del cuadro anterior, se puede indicar que los valores más bajos de temperatura media mensual se encuentran en los meses de junio - agosto, que corresponden a los meses de menor precipitación en el Callejón Interandino y los de mayor precipitación en las estribaciones y sector oriental.

Las variaciones mensuales de las temperaturas no son muy significativas, y por lo tanto su amplitud (diferencia entre los valores máximos y mínimos) es del orden de uno a dos grados.

Gráfico 8.

Promedio mensual y anual de temperatura media (mm.)



#### 4.2.1.c. TEMPERATURAS EXTREMAS (°C)

En los Cuadros 10 y 11 se presentan los promedios mensual y anual de las temperaturas máximas y mínimas absolutas, así como en los Cuadros 12. y 13. Están las temperaturas medias mínimas y máximas, de las estaciones meteorológicas consideradas para el presente estudio.

En la estación de Latacunga el mes más frío corresponde al de agosto, con una temperatura media de 13.9 °C, así mismo, la media de las mínimas es de 6.8 °C y la mínima absoluta bajó hasta -3.2 °C; en la misma estación, el mes mas cálido es diciembre con 15.4 °C de temperatura media, con una máxima media de 20.8 °C y con la máxima mas alta (absoluta) de todos los valores registrados de 27.6 °C (octubre).

### Cuadro 10.

Valores mensual y anual de temperatura máxima absoluta

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA (°C)														
ESTACIÓN	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M-004	28,8	27,4	29,0	26,5	26,0	26,2	24,3	24,8	25,8	28,1	28,0	28,5	29,0
Ambato 14	M-028	26,3	26,6	25,7	24,6	24,2	25,2	23,1	22,7	23,8	26,0	26,6	26,5	26,6
Latacunga	M-064	27,5	26,8	26,4	23,6	23,6	24,0	23,6	24,2	25,2	27,6	26,4	25,5	27,6
Ambato Aeropuerto	M-066	26,8	26,6	26,1	26,4	25,6	26,2	23,6	23,9	24,8	25,8	26,2	26,2	26,8
Cotopaxi	M120	18,2	17,9	17,8	18,7	19,3	17,9	17,6	17,9	17,6	18,0	19,5	17,8	19,5
Patate	M-126	27,5	27,5	29,0	28,2	26,0	25,5	25,2	25,3	26,8	28,8	29,2	28,0	29,2
Píllaro	M-127	26,6	29,7	27,0	25,9	25,0	24,9	22,5	24,2	29,9	29,0	26,5	26,7	29,9
Pisayambo	M-219	24,8	25,0	27,7	26,2	25,6	24,6	15,5	14,9	17,5	21,2	17,4	18,5	27,7

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: U.T.C.

### Cuadro 11.

Valores mensual y anual de temperatura mínima absoluta

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA (°C)														
ESTACIÓN	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M-004	1,3	2,3	0,6	1,0	-1,5	-0,6	-1,2	0,1	-0,8	0,4	-1,4	-1,0	-1,5
Ambato 14	M-028	2,8	2,2	1,4	3,5	2,8	-0,6	1,6	2,0	1,0	2,0	1,8	1,9	-0,6
Baños	M-029	5,5	5,5	6,5	6,5	6,0	7,0	5,5	6,0	6,5	5,0	7,2	7,5	5,0
Latacunga	M-064	-1,0	-1,0	-1,4	0,8	-1,8	-2,1	-2,8	-3,2	-3,2	-2,4	-3,6	-6,0	-6,0
Ambato Aeropuerto	M-066	2,2	2,3	0,8	4,2	0,5	1,7	2,0	2,2	1,7	3,5	1,8	-2,2	-2,2
Cotopaxi	M120	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	-0,3	-1,5	0,0	0,0	0,1	-1,5
Patate	M-126	5,6	7,0	6,0	7,1	5,4	4,5	2,4	3,1	5,0	6,0	3,4	6,0	2,4
Píllaro	M-127	2,0	1,6	-2,0	3,3	0,0	-1,7	0,4	-2,8	-3,5	-2,8	-0,6	-4,1	-4,1
Pisayambo	M-219	-4,0	-6,8	-1,5	-5,0	-5,3	-4,2	-2,3	-4,7	-2,8	-4,4	-4,0	-5,5	-6,8

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: U.T.C.

### Cuadro 12.

Valores mensual y anual de temperatura mínima media

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE TEMPERATURA MINIMA MEDIA(°C)														
ESTACIÓN	CÓD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M-004	9,0	9,3	9,3	9,3	9,1	8,6	7,4	7,5	7,9	8,4	8,8	9,1	8,6
Ambato 14	M-028	9,3	9,5	9,6	9,8	9,4	8,8	8,4	8,2	8,6	9,0	9,0	9,1	9,1
Latacunga	M-064	8,1	8,2	8,4	8,7	8,2	7,6	6,9	6,8	6,9	7,5	7,5	8,1	7,7
Ambato Aeropuerto	M-066	8,7	9,2	9,3	9,3	9,1	8,5	7,7	7,6	7,9	8,3	8,3	8,6	8,5
Cotopaxi	M120	4,0	4,1	4,1	4,2	4,3	3,6	3,4	3,3	3,5	3,7	3,8	4,1	3,8
Patate	M-126	11,4	11,5	11,5	11,7	11,4	10,6	10,1	10,1	10,5	11,0	11,0	11,2	11,0
Píllaro	M-127	8,6	8,8	9,1	9,3	9,0	8,3	7,4	7,3	7,8	8,2	8,4	8,5	8,3
Pisayambo	M-219	4,0	4,1	4,8	4,7	4,6	4,4	2,9	2,7	3,0	3,0	3,0	3,4	3,7

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: U.T.C.

### Cuadro 13.

Valores mensual y anual de temperatura máxima media

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA(°C)														
ESTACIÓN	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M-004	22,0	21,4	21,3	20,8	20,4	19,5	18,8	19,1	20,4	21,6	22,1	21,9	20,8
Ambato 14	M-028	20,0	19,7	19,7	19,7	19,0	17,8	17,2	17,8	18,8	20,5	20,7	20,3	19,3
Latacunga	M-064	20,5	20,0	20,2	19,7	19,0	18,4	18,2	18,7	19,2	19,3	20,9	20,6	19,6
Ambato Aeropuerto	M-066	21,9	21,2	21,4	21,0	20,3	19,5	18,9	19,3	20,0	21,7	22,3	21,9	20,8
Cotopaxi	M120	14,6	14,6	14,7	14,7	14,8	14,6	14,7	14,8	14,8	14,9	14,8	14,9	14,7
Patate	M-126	22,6	21,9	22,1	22,3	21,6	20,4	19,8	20,5	21,6	22,7	23,4	23,2	21,8
Píllaro	M-127	20,5	19,7	19,7	19,5	18,8	17,6	16,7	17,5	18,8	20,0	20,9	20,6	19,2
Pisayambo	M-219	12,8	12,6	13,0	12,8	12,3	11,0	9,1	9,4	10,7	12,6	12,9	12,6	11,8

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: Alumnos U.T.C.

#### 4.2.1.d. HUMEDAD RELATIVA (%)

Los valores de humedad relativa de las estaciones que disponen de este parámetro en la zona de estudio, se encuentran en el Cuadro 14.; del análisis efectuado se puede determinar que los porcentajes de humedad relativa en la zona es de 72 – 94%, tenemos que en Latacunga se registra un promedio anual del 76%.



#### Cuadro 14.

#### Valores mensual y anual de humedad relativa

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE HUMEDAD RELATIVA (%)														
ESTACION	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumlpamba-Salcedo	M-004	72	75	76	78	78	77	76	74	74	74	74	75	75
Ambato 14	M-028	75	77	77	78	78	79	78	76	76	75	75	75	77
Latacunga	M-064	75	76	77	79	79	78	76	75	75	75	74	75	76
Ambato Aeropuerto	M-066	79	81	81	82	83	82	82	79	79	81	75	75	80
Cotopaxi	M120	94	94	94	94	93	93	94	93	93	93	93	94	94
Patate	M-126	88	88	89	89	89	91	90	90	89	89	88	89	89
Píllaro	M-127	80	81	82	83	83	83	84	82	80	80	79	80	81
Pisavambo	M-219	87	89	88	88	89	89	90	90	89	87	87	87	88

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: Alumnos UTC

De los datos promedios mensuales obtenidos, se puede observar la poca variabilidad de la humedad relativa durante todo el año, así tenemos que en Latacunga los valores oscilan entre 74 y 79%, En los meses de abril a junio se produce el mayor porcentaje de humedad relativa.

#### 4.2.1.e. NUBOSIDAD (octavos)

La observación de nubosidad se efectúa observando la proporción de la bóveda celeste cubierta por nubes y expresado en una escala que va de 0 a 8 octavos.

Del Cuadro 15., podemos deducir que, los promedios mensuales de las 8 estaciones es mayor a 6/8, valor que indica que el cielo permanece cubierto mas de sus  $\frac{3}{4}$  partes. Los meses con mayor nubosidad son junio y julio, con un promedio de 7 octavos y los meses con menor nubosidad son diciembre y enero con un promedio del orden de 6 octavos.

Cuadro 15.

Valores mensual y anual de nubosidad

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE NUBOSIDAD (octavos)														
ESTACIÓN	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M-004	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Ambato 14	M-028	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Latacunga	M-064	6	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6
Ambato Aeropuerto	M-066	6	7	7	7	6	7	7	6	7	6	6	6	6
Cotopaxi	M120	6	6	6	6	6	6	5	5	5	6	5	6	6
Patate	M-126	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	6
Píllaro	M-127	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6
Pisayambo	M-219	6	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	7

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: Alumnos U.T.C.

#### 4.2.1.f. HELIOFANIA (horas/sol)

De acuerdo al Cuadro 16., los promedios anuales de horas de brillo de sol en la estación de Latacunga es de 1575. Se puede deducir que el número de horas con sol es bajo, estando en concordancia con la nubosidad que es en cambio elevada.

Cuadro 16.

Valores mensual y anual de heliofanía

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE HELIOFANIA (h/sol)														
ESTACIÓN	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M-004	177,3	140,9	138,8	127,6	148,8	155,0	151,7	156,5	152,8	165,3	171,5	178,8	1864,8
Puyo	M-008	76,5	59,1	57,4	67,8	88,2	77,4	82,8	101,3	102,7	109,8	101,2	82,5	1006,9
Ambato 14	M-028	166,2	134,6	132,5	134,7	137,0	123,3	131,1	140,4	134,5	168,9	168,1	169,2	1740,5
Baños	M-029	146,1	123,2	109,1	113,8	123,8	105,0	96,1	113,1	123,1	143,3	154,4	160,6	1511,4
Riobamba	M-057	153,6	110,0	130,7	110,3	123,2	89,8	134,5	154,5	127,9	146,6	158,1	157,5	1596,6
Latacunga	M-064	152,2	116,1	116,6	101,3	123,1	129,6	137,6	146,0	125,2	133,8	141,8	151,7	1575,0
Cotopaxi	M120	119,1	86,3	86,2	61,4	80,7	105,3	133,9	151,2	100,2	114,2	122,9	118,2	1279,6
Pisayambo	M-219	109,6	77,9	82,8	90,1	107,0	82,3	90,2	94,0	87,1	124,3	118,9	128,7	1192,7

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: Alumnos U.T.C.

#### 4.2.1.g. REGIMEN DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL - ETP (mm)

Para el cálculo de la ETP se aplicó el método de THORNTHWAITE que utiliza la temperatura media y la latitud en su formula, es fácil de computar por haber demostrado su aplicabilidad a las condiciones reinantes en el territorio ecuatoriano (ORSTOM-Francia y Ravelo-FAO).

Para las 13 estaciones meteorológicas incluidas en el área de estudio se calculó la evapotranspiración potencial mensual y anual (ver Cuadro 17).

Cuadro 17.

Promedio mensual y anual de evapotranspiración potencial

PROMEDIO MENSUAL Y ANUAL DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (mm)														
ESTACIÓN	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M004	63,4	55,8	62,4	60,4	59,7	54,8	51,8	53,3	55,2	61,6	63,7	62,9	704,9
Ambato-Granja	M28	61,3	54,6	60,7	60,4	59,4	52,9	50,6	52,9	54,1	60,7	63,3	61,9	692,7
Latacunga Aeropuerto	M064	65,1	56,7	62,2	59,7	59,6	55,8	54,2	56,6	56,6	62,2	64,1	65,3	717,9
Ambato Aeropuerto	M066	65,3	57,4	64,1	62,3	60,8	54,7	51,6	53,3	55,8	64,5	65,3	63,9	718,8
Mulaló	M087	57,4	50,0	58,3	56,0	55,0	52,1	49,9	52,3	51,2	55,0	56,8	56,5	650,5
Pujilí (4 Esquinas)	M088	58,3	52,3	58,4	58,1	56,8	52,7	51,3	52,4	52,6	56,6	58,0	58,5	666,0
Cotopaxi-Minitrak	M120	49,1	44,3	49,2	47,6	48,4	47,0	47,5	48,4	46,3	48,2	48,7	49,8	574,5
Pujilí	M125	59,9	51,6	57,2	57,2	58,4	53,4	49,4	51,4	49,1	55,9	55,3	57,3	656,1
Patate	M126	68,7	60,0	66,2	64,6	63,5	58,0	56,7	59,1	60,3	65,5	68,9	67,9	759,3
Píllaro	M127	62,0	53,7	59,9	58,5	58,1	52,8	50,1	52,6	53,8	59,5	58,8	62,4	682,3
Pedro Fermín Cevallos	M128	59,8	52,4	58,6	57,6	57,4	51,6	48,0	49,4	51,5	58,3	61,2	60,4	666,2
Pisayambo	M219	48,9	43,9	49,3	49,3	48,4	42,5	39,2	39,8	41,9	48,6	50,4	49,2	551,4
Urbina	M390	49,2	44,1	49,6	47,0	48,5	44,9	40,1	40,5	43,3	47,9	52,2	50,4	557,7

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: Alumnos U.T.C.

La ETP media anual oscila entre 550 mm. (Pisayambo) hasta alrededor de los 780 mm. Dado que por éste método de cálculo se toma en cuenta la temperatura media mensual, los valores de demanda atmosférica más elevados corresponden a los meses deficitarios y los más bajos a los meses con mayor humedad, acorde con los registros térmicos estacionales en el área.

#### **4.2.1.h. BALANCE HIDROLÓGICO CLIMÁTICO (BHC)**

El BHC se computó para todas las localidades de la zona, usando las temperaturas medias mensuales y las precipitaciones medianas mensuales por ser más representativas que las medias mensuales. Dado que las precipitaciones son un elemento climático irregular y con una distribución que no se ajusta a la curva normal, su medida no coincide con la probabilidad del 50 % y la comparación con la ETP media en el BHC no es totalmente real. Con la utilización de la mediana se calcula un balance de agua climático más representativo. El Cuadro 18., muestra las diferencias entre las precipitaciones medias mensuales y las precipitaciones medianas mensuales para las estaciones consideradas.

En los Gráficos 10. y 11. se encuentran los balances hídricos climáticos de las estaciones consideradas, donde se señalan la variación mensual de los elementos del BHC para la estación de Latacunga, que merece los siguientes comentarios:

En el sector de Latacunga, en los meses de marzo y mayo, existe un exceso de humedad, en el mes de octubre y febrero hay un equilibrio en el balance, y el resto de meses son deficitarios con un valor de 116 mm. anuales.

Cuadro 18.

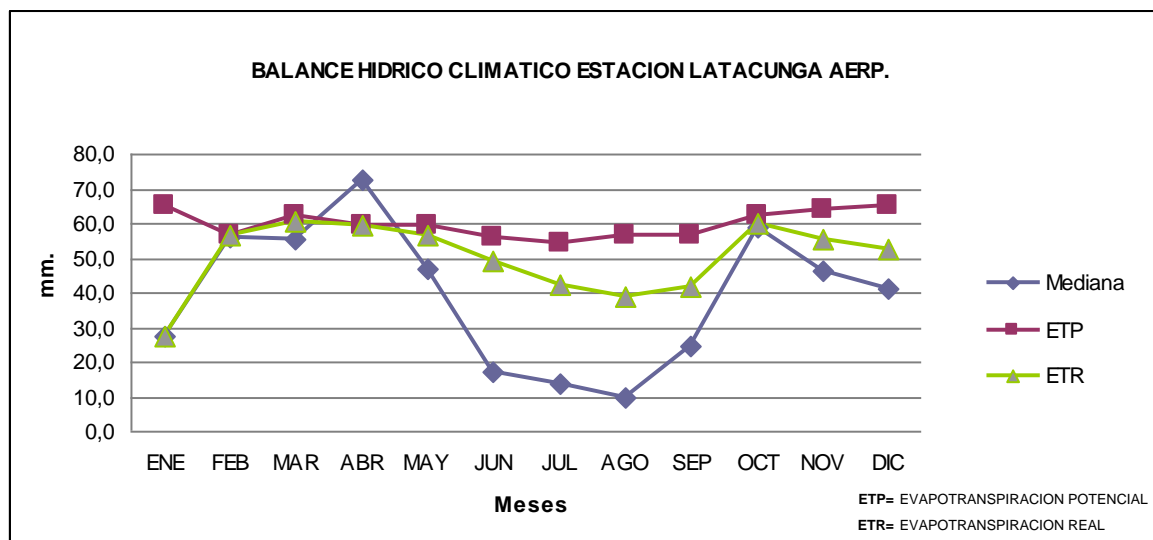
Precipitación media y mediana mensual – anual

PRECIPITACIÓN MEDIA Y MEDIANA MENSUAL - ANUAL (mm)															
ESTACION	CÓD.	PARÁM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Rumipamba-Salcedo	M004	Media	43,3	52,6	60,2	63,1	54,0	25,3	16,0	16,2	34,9	48,3	56,7	56,8	527,2
		Mediana	44,9	49,5	59,4	64,2	54,9	23,2	14,6	11,5	23,8	44,6	56,7	56,3	503,6
Puyo	M008	Media	316,5	337,2	376,7	489,4	480,6	470,8	367,1	287,5	338,0	400,6	374,9	364,8	4604,3
		Mediana	325,1	327,9	367,9	492,0	483,7	440,2	334,9	277,3	343,2	388,3	374,7	341,3	4496,5
Ambato-Granja	M28	Media	21,4	37,0	47,5	55,2	45,9	38,0	26,9	24,5	33,9	46,0	40,7	31,7	448,8
		Mediana	15,5	36,0	47,9	51,1	41,0	40,9	22,1	21,5	25,7	43,8	40,7	26,8	412,8
Baños	M029	Media	77,5	92,3	105,7	125,0	153,3	198,5	180,9	135,9	142,4	103,6	92,0	114,8	1522,0
		Mediana	50,4	84,8	79,5	120,3	151,9	181,3	187,9	129,1	104,7	90,2	68,8	67,7	1316,4
Sangay	M041	Media	294,3	320,5	364,3	436,9	396,0	389,1	288,4	232,7	282,4	345,4	334,4	339,0	4023,4
		Mediana	288,7	319,0	356,9	417,9	402,4	367,6	277,0	235,5	299,4	333,8	337,9	329,7	3965,7
Mariscal Sucre INAMHI	M043	Media	112,2	124,0	137,8	157,3	156,7	110,7	81,8	64,0	93,0	148,0	135,7	102,6	1423,6
		Mediana	126,7	109,1	131,4	149,1	154,1	107,6	76,0	66,1	76,3	137,9	113,5	111,2	1358,7
ESPOCH 32	M48	Media	378,1	290,8	423,4	549,3	430,9	477,0	295,1	381,3	336,3	385,7	378,1	351,9	4678,0
		Mediana	334,6	319,6	345,2	567,3	414,3	482,9	262,3	371,0	350,8	343,2	352,4	277,7	4421,2
Riobamba Aeropuerto	M057	Media	28,1	53,2	64,1	68,5	47,0	22,5	18,5	16,5	29,3	42,4	45,5	38,0	473,5
		Mediana	25,6	41,2	55,4	56,1	47,4	17,0	12,2	15,0	22,4	38,8	38,4	31,7	401,0
Pastaza Aeropuerto	M63	Media	394,0	392,2	443,9	558,9	545,1	549,7	409,8	342,9	414,5	507,1	475,4	413,5	5447,2
		Mediana	390,5	385,2	446,0	537,4	572,5	516,2	395,9	329,7	421,3	503,6	477,4	382,6	5358,3
Latacunga Aeropuerto	M064	Media	31,7	59,3	56,7	75,8	55,1	19,7	16,9	14,1	32,5	59,2	59,4	48,6	529,0
		Mediana	27,2	55,8	55,7	72,4	46,8	16,9	13,5	9,6	24,5	58,8	46,5	41,3	469,0
Ambato Aeropuerto	M066	Media	33,4	52,5	55,9	60,0	55,2	39,9	32,1	26,0	34,5	59,0	50,2	38,9	537,5
		Mediana	34,4	47,2	52,5	59,9	50,5	37,1	25,7	23,3	26,7	53,4	39,6	36,7	486,7
Mulaló	M087	Media	48,2	69,3	69,3	87,5	65,1	23,7	26,7	25,5	59,8	67,6	74,4	61,9	679,0
		Mediana	42,4	63,6	67,7	96,3	64,0	17,2	25,5	23,9	52,5	71,0	77,6	59,3	661,0
Pujilí (4 Esquinas)	M088	Media	44,6	71,3	75,5	81,4	58,1	30,3	16,8	19,2	43,6	65,4	54,3	59,3	620,0
		Mediana	40,3	51,1	70,6	69,7	48,8	27,0	9,4	16,9	32,2	56,5	45,2	53,3	520,7
Cotopaxi-Minitrak	M120	Media	85,7	97,3	113,7	140,5	125,0	64,5	48,5	40,9	75,6	106,0	81,9	96,0	1075,5
		Mediana	79,2	80,3	103,3	125,4	123,4	57,8	34,9	30,9	71,8	87,2	73,1	88,0	955,3
Pujilí	M125	Media	63,0	74,4	125,5	137,1	90,2	29,2	10,1	29,5	28,5	88,9	89,6	80,5	846,4
		Mediana	45,1	50,4	68,7	84,3	40,9	26,6	9,0	15,2	26,6	57,3	76,9	48,2	548,8
Patate	M126	Media	34,9	46,9	49,1	74,9	73,9	85,9	52,9	44,7	50,3	36,8	37,1	40,8	628,1
		Mediana	18,6	32,8	40,6	69,6	64,9	45,1	54,0	36,6	44,7	34,9	36,9	21,8	500,4
Píllaro	M127	Media	34,2	59,1	63,9	72,3	67,4	49,8	38,0	31,8	39,4	57,0	54,6	41,9	609,3
		Mediana	35,9	62,1	64,2	67,5	63,8	45,1	37,0	27,9	34,6	56,6	48,0	39,9	582,5
Pedro Fermín Cevallos	M128	Media	25,6	40,6	47,2	62,5	64,8	52,1	43,2	32,6	36,0	40,5	39,9	30,6	515,6
		Mediana	23,3	37,4	44,9	66,0	55,8	49,6	46,5	27,2	30,1	33,4	32,7	27,0	473,9
Guasán	M133	Media	38,1	62,3	78,7	103,0	77,9	31,3	22,1	19,3	42,5	60,2	48,5	45,1	629,1
		Mediana	33,1	54,5	70,1	92,0	54,6	31,2	16,2	14,8	39,4	57,4	41,0	36,3	540,3
Guamote	M134	Media	31,5	71,4	75,7	54,3	33,1	24,5	15,6	16,0	53,2	43,5	23,7	21,2	463,8
		Mediana	24,7	64,7	71,3	56,1	27,8	17,9	6,0	8,1	24,4	35,8	15,3	19,1	370,9
Pisayambo	M219	Media	71,6	109,6	105,7	126,2	123,8	170,1	161,5	124,1	96,6	88,6	77,4	84,7	1340,0
		Mediana	58,3	85,6	102,7	124,2	106,6	156,6	151,9	121,1	89,1	84,8	77,3	83,3	1241,4
Agoyán	M220	Media	75,6	129,8	80,7	157,5	200,5	241,8	160,9	136,6	148,8	97,3	72,6	76,8	1578,8
		Mediana	65,2	93,0	91,5	154,7	208,0	214,3	160,1	140,3	166,5	112,1	64,3	80,0	1549,9
Pungales	M243	Media	34,3	47,0	60,5	72,9	81,6	57,1	36,7	22,6	31,1	42,9	46,9	24,8	558,5
		Mediana	28,4	39,7	58,0	56,5	66,3	49,6	33,4	23,9	28,9	39,1	33,1	21,0	477,9
Urbina	M390	Media	56,1	69,3	101,0	113,3	91,8	80,9	87,2	65,2	72,1	82,1	69,6	67,3	955,9
		Mediana	58,4	63,5	100,1	110,7	90,3	80,2	85,7	64,8	67,9	76,5	70,0	58,4	926,2

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI  
Elaboración: Alumnos UTC

Gráfico 10.

Balance hídrico climático Estación Latacunga - Aeropuerto



**Fuente:** Anuarios Meteorológicos del INAMHI  
**Elaboración:** Alumnos UTC

### 4.3. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

Las clasificaciones basadas en temperaturas y precipitación son las mas abundantes, la clasificación presentada a continuación fue concebida por el Ing. Luís Cañadas Cruz que trabajó por muchos años en el MAG - PRONAREG; está basada en la clasificación física del clima (Promedios anuales de temperatura y precipitación), y una clasificación biológica fundamentada en el ritmo de la temperatura y la precipitación en el transcurso del año, toma además en cuenta la clasificación de HOLDRIDGE.

Por sobreposición mediante SIG del mapa de isoyetas sobre el mapa de isotermas en función altitudinal, se pudo obtener las siguientes clases de zonas climáticas (Ver Mapa 5 Clasificación climática), cuyas características principales se describen a continuación:

#### **4.3.1. Clima Seco Temperado (5)**

Se localiza por encima de los 1800 m.s.n.m. hasta los 3200, especialmente en el Callejón Interandino como: Saquisilí-Latacunga, Yambo-Ambato-Totoras, registra una temperatura media anual entre 12 y 18 °C y una precipitación superior a los 200 mm, pero inferior a los 500 mm. La distribución de las lluvias es típicamente de carácter zenital (cuyas máximas proceden o anteceden a los equinoccios), intercalada por una estación seca bien marcada que comprende desde los meses de julio a octubre.

#### **4.3.2. Clima Sub - Húmedo Sub - Temperado (6)**

En términos generales se puede decir que esta zona, corresponde a los páramos bajos y secos arriba de Quizapincha, se extiende en sentido altitudinal de los 2800 a 4000 m.s.n.m. registra una temperatura entre 6 y 12 °C, con precipitaciones comprendidas entre los 200 y 500 mm., al año.

#### **4.3.3. Clima Sub - Húmedo Temperado (9)**

Se extiende en áreas relativamente grandes a lo largo del Callejón Interandino, formando llanuras sub-húmedas que incluyen Pujilí - Salcedo, Pillaro - Pelileo; esta región se localiza entre altitudes de 2000 a 3100 m.s.n.m., la temperatura media anual oscila entre 12 y 18 °C, y la precipitación media anual varía entre los 500 y 1000 mm. la estación seca es muy heterogénea, comprendida entre los meses de julio a septiembre.

#### **4.3.4. Clima Húmedo Sub-Temperado (10)**

Corresponden a los páramos bajos (Sub páramos) y húmedos que se encuentran en la parte sur de los Ilinizas y del Cotopaxi y encima de Mocha, los rangos altitudinales son de 3000 a 4000 m.s.n.m, reciben precipitaciones superiores a 500, pero inferiores a 1000 mm., llueve a través de todo el año, aunque existen precipitaciones en forma moderada en los meses de julio y agosto; registran temperaturas entre 6 y 12 °C.

#### **4.3.5. Clima Húmedo Temperado (13)**

Se localiza entre altitudes de 1800 y 3000 m.s.n.m., su temperatura varia entre 12 y 18 °C, recibiendo precipitaciones promedias entre los 1000 y 1500 mm., la duración de la estación seca es poco variable, pero corresponde mayormente a los meses de julio y agosto. En Tungurahua abarca una zona comprendida desde la confluencia del Río Pastaza con el Muyuyu, hasta Puela.

#### **4.3.6. Clima Muy Húmedo Sub - Temperado (14)**

Se ubica en los sub páramos muy húmedos que se encuentran en las partes altas de las Cordilleras Oriental y Occidental y nudos del Callejón Interandino. Parte de los páramos entre el Tungurahua y El Altar; en Tungurahua: Pisayambo y una parte de los Llanganates y la parte sur del Volcán Cotopaxi, se extiende sobre los 3200 m.s.n.m., con registros de temperaturas entre los 6 y 12 °C, y el promedio de las lluvias oscila entre los 1000 y 1500 mm. anuales, estas precipitaciones se



distribuyen durante todo el año, pero con menos valores en los meses de julio a septiembre, los meses deficitarios están entre dos a cuatro, al año.

#### **4.3.7. Clima Muy Húmedo Templado (17)**

Se localiza entre altitudes de 1800 y 3000 m.s.n.m. su temperatura entre 12 y 18 °C, recibe precipitaciones entre 1500 y 2000 mm. Aunque solamente se cuenta con la referencia de una sola estación meteorológica, las lluvias, en esta región probablemente caen durante todo el año, aunque en menor cantidad en los meses de julio y agosto, no existe en la región meses ecológicamente secos. Se localiza en la parte alta de Ulba.

#### **4.3.8. Clima Lluvioso Sub - Templado (22)**

Las precipitaciones que caen en esta zona, oscilan entre 2000 y 3000 mm., se extiende desde los 3000 a 4000 m.s.n.m., con registros de temperatura media de 6 a 12 °C. Se encuentran por arriba de Pinyopata en la provincia de Cotopaxi, en los páramos bajos y orientales del volcán Tungurahua.

#### **4.3.9. Clima Páramo Húmedo (27)**

Es una zona pequeña que se encuentra en los páramos altos de Sagatoa, Chimborazo, se encuentra localizada a altitudes superiores a los 3500 m.s.n.m., con temperaturas promedias anuales entre 2 y 6 °C y con precipitaciones menores a los 500 mm. anuales.

#### **4.3.10. Clima Páramo Muy Húmedo (28)**

Corresponde los páramos ubicados en la parte sur - occidental del Cotopaxi; en altitud se extiende de los 4000 a 5000 m.s.n.m. con temperaturas promedias de 2 a 6 °C, y con una precipitación de 500 a 1000 mm. anuales.

### **4.4. CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS**

En esta metodología, se utilizó factores físicos: pendiente, suelo (textura, profundidad efectiva del suelo, pedregosidad, drenaje), y clima (regímenes de temperatura y humedad), debido a que son los más representativos y estables.

#### **4.4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES**

##### **a) PENDIENTE**

El grado de pendiente puede determinar limitaciones ya sea de mecanización y riego o dificultades para el cultivo debido a la inclinación del terreno. Este factor determina las medidas de conservación y las prácticas de manejo necesarias para la preservación del suelo y agua. Ver Cuadro 19.

Cuadro 19.

Rangos de la pendiente

CÓD.	RANGO %	DESCRIPCIÓN
1	0-5	Pendiente débil
2	5-12	Pendiente suave
3	12-25	Pendiente moderada
4	25-50	Pendiente fuerte
5	50-70	Pendiente muy fuerte
6	>70	Pendiente abrupta

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN  
Elaboración: U.T.C.

## b) TEXTURA

Se refiere técnicamente a la clasificación de las partículas de acuerdo a su tamaño y la proporción en la que se encuentran. De acuerdo al tamaño las partículas se clasifican en: arena (2.0 a 0.05 mm), limo (0.05 a 0.002 mm), y arcilla (menos de 0.002 mm).

Para caracterizar este elemento se agruparon las clases texturales, en cinco categorías que se observan en el Cuadro 20.

Cuadro 20.

Tipos de textura

CÓD	SIGLA	CATEGORÍA	CLASE TEXTURAL
1	G	Gruesa	arenosa , arenoso franco
2	Mg	Moderadamente Gruesa	franco arenoso, franco limoso
3	M	Media	franco, limoso, franco arcilloso (< 35% de arcilla), franco arcillo arenoso, franco arcillo limoso
4	F	Fina	franco arcilloso (> a 35%), arcilloso, arcillo arenoso, arcillo limoso
5	Mf	Muy fina	arcilloso (> 60%)

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN  
Elaboración: U.T.C.

### c) PROFUNDIDAD EFECTIVA

Se refiere al espesor de las capas del suelo (superficiales y subsuelo) en las cuales las raíces pueden penetrar sin dificultad, en busca de agua, nutrientes y sostén. Su límite inferior está definido por capas u horizontes compactos, por la cantidad de materiales gruesos (grava, piedras y/o roca), presencia de capa freática alta o concentraciones de elementos o minerales tóxicos (salinidad, carbonatos), que son limitantes para el desarrollo de las raíces. Se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre. Ver Cuadro 21.

Cuadro 21.

Profundidad efectiva

CÓD.	SIGLA	RANGO (cm)	DESCRIPCIÓN
1	s	0 – 20	Superficial
2	pp	21 – 50	Poco profundo
3	M	51 – 100	Moderadamente profundo
4	P	>100	Profundo

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN  
Elaboración: U.T.C.

### d) PEDREGOSIDAD

Es el contenido de piedras y rocas que interfieren en las labores de labranza, crecimiento de raíces y el movimiento de agua. Existen cinco clases en función del porcentaje de piedras que cubre a la unidad cartografiada. Ver Cuadro 22.

Cuadro 22.

Clases de pedregosidad

CÓD.	SIGLA	DESCRIPCIÓN	RANGO (%)
1	s	Sin o muy pocas piedras	<10
2	p	Con pocas piedras	11-25
3	fr	Con frecuentes piedra	26-50
4	a	Con abundantes piedras	50-75
5	ma	Pedregoso y/o rocoso	> 75

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN

Elaboración: U.T.C.

## e) DRENAJE

Es la rapidez con que el agua se desplaza, ya sea por escurrimiento superficial o por su movimiento a través del perfil hacia espacios subterráneos. Al drenaje se lo agrupó en cuatro clases que se muestran en el Cuadro 23.:

Cuadro 23.

Drenaje

CÓD.	SIGLA	DESCRIPCIÓN
1	E	Excesivo
2	B	Bueno
3	M	Moderado
4	Md	Mal drenado

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN

Elaboración: U.T.C.

## f) REGÍMENES DE HUMEDAD

Está representada por la presencia o ausencia, ya sea de un manto freático o de agua retenida a una tensión menor de 1500kPa (es decir capacidad de campo) en el suelo o en horizontes específicos por períodos del año. Esto es debido a que a una tensión superior de 1500kPa el agua no está disponible para la mayoría de las plantas mesófilas. Ver Cuadro 24.

Cuadro 24.

Regímenes de humedad

DESCRIPCIÓN
Údico
Ústico
Ústico - Árido
Údico - Ústico
Árido
Perúdico
Permafrost

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN  
Elaboración: U.T.C.

## g) REGÍMENES DE TEMPERATURA

Constituye los rangos de la temperatura media del suelo. Ver Cuadro 25.

Cuadro 25.

Regímenes de humedad

SIGLA	RANGO T media anual suelo (°C)	DESCRIPCIÓN
f	Menor 8	Isofrío
m	8 – 15	Isomésico
t	15 – 22	Isotérmico
h	Mayor 22	Isohipertérmico

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN  
Elaboración: U.T.C.

#### 4.5. CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

Se ha clasificado en cuatro grandes categorías de uso recomendado, las cuales poseen clases que se ordenan en forma decreciente tomando en cuenta la intensidad o capacidad de uso, sin que degrade este recurso, de tal manera que la capacidad de uso I puede soportar hortalizas tanto como bosques cultivados, por lo contrario la capacidad de uso VII soporta bosque protector pero no hortalizas.

Las clases de capacidad de uso de las tierras fueron dadas por un análisis de la sumatoria total, distribuidas en rangos definidos por cortes naturales, (Ver Mapa 12: Capacidad de uso de las tierras), de acuerdo al siguiente Cuadro:

Cuadro 26.

Asignación de clase de capacidad de uso de las tierras según rango

ASIGNACIÓN DE CLASE DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS SEGÚN RANGO				
CÓD.	CAPACIDAD DE USO	CATEGORÍA	CLASE	RANGO
1	I	Cultivos	Hortalizas	276 – 336
2	II		Cultivos anuales	250 – 276
3	III		Cultivos anuales con restricciones	216 – 250
4	IV		Cultivos permanentes	178 – 216
5	V	Pastos	Pastos cultivados	140 – 178
6	VI	Bosques	Bosques cultivados	80 – 140
7	VII		Bosque protector	0 - 80
8	VIII	Conservación	Vegetación protección	*

\*No entran a los rangos, vienen definidos por su cobertura natural, de acuerdo a la descripción.

Fuente: CLIRSEN

Elaboración: U.T.C.

##### a) HORTALIZAS

Su superficie es incipiente con 278,84 Ha. Se localiza en los suelos Typic HAPLUDOLLS y Typic EUTRANDEPTS, con pendientes planas, en las cercanías de las comunidades de Cuturibí Grande y Comuna Cumbijin.

Son unidades aptas para el uso intensivo de la agricultura y cumplen los requisitos de fácil manejo en la mecanización y el riego, sin embargo, esto no quiere decir que no necesiten el aporte de elementos nutritivos y materia orgánica extraídos por las cosechas y la infiltración.

Bajo este nivel de aptitud se encuentran unidades sin limitaciones topográficas, suelos profundos, con texturas medias, fácilmente mecanizables, sin restricciones de riego y con regímenes de temperatura y humedad que ayudan al desarrollo fenológicos para una amplia gama de cultivos.

#### **b) CULTIVOS ANUALES**

Se localizan a lo largo del Fondo de Cuenca Interandina, en Salache, La Argentina, Pucarumi, Holguín, Montalvo, Cunchibamba, Guapante Grande, Guapante Chico, Yanchil, San Andrés, Urbina, Píllaro, Samanga, Marcos Espinel, San Juan, Emilio Terán, Sucre, Patate, San Pedro de Pelileo, existen también en las Vertientes Interiores de la Cordillera Occidental en los alrededores de Santa Rosa, Pilahuín, San Francisco, Juan Benigno Vela, Tisaleo, Cevallos y Mocha. Cubre una superficie de 37.745,93 Ha. (8,76%).

Son unidades donde se reduce la posibilidad de elección de cultivos con relación a la clase anterior, ya sea por el impedimento o detrimento de algún factor.

En esta categoría se encuentran los suelos Andic HAPLUDOLLS, Entic EUTRANDEPTS, Typic HAPLUDOLLS, Typic HAPLUSTOLLS, Typic



ARGIUDOLLS, Vitrandic HAPLUDOLLS y Vitrandic HAPLUSTOLLS, los cuales no poseen limitaciones importantes.

La mecanización es fácil y el riego de fácil a difícil; en general demandan prácticas de bajos requerimientos para mejorar su rendimiento. Las características de relieve pueden ser la restricción para la gama de cultivos.

### **c) CULTIVOS ANUALES CON RESTRICCIONES**

Se encuentran en las Vertientes Interiores de la Cordillera Occidental, en las comunidades de San Bartolo, Cachi Bajo, Cuturubí Grande, Yacubamba, El Sunfo, Atocha, Huangibana, Baquerizo Moreno, Huambaló. Su superficie total cubre 12.355,50 Ha (2,86%).

En esta categoría se encuentran los suelos Andic HAPLUDOLLS, Lithic UDIVITRANDS, Typic HAPLUDOLLS, Typic HAPLUSTOLLS, Typic EUTRANDEPTS, Vitrandic HAPLUDOLLS, Vitric EUTRANDEPTS.

Son unidades que están restringidas a un grupo de cultivos (en este caso cultivos andinos resistentes), que presentan limitaciones, y requieren prácticas de manejo de aplicación intensiva en el manejo de obras mecánicas de conservación de suelos (canales de desviación, cercas vivas, terrazas), conservación de las aguas, drenaje, fertilización y enmiendas minerales, además del manejo de diversificación de cultivos. Las prácticas de riego deben ser especializadas y la mecanización es muy difícil.

#### **d) CULTIVOS PERMANENTES**

Se encuentran en el Fondo de la Cuenca Interandina, en Mulaló, Alaquez, Colatoa, Patolán, La Galera, Once de Diciembre, La Victoria, San Juan, Belisario Quevedo, San Miguel de Salcedo, Pansaleo, Unamuncho, Chiquicha, Los Andes, Picaigua, Guasipamba, Pinguil, Luz de América, Montalvo. Su superficie total cubre 74.688,12 Ha (17,38%).

En esta categoría se encuentran los suelos Haploduridic DURUSTOLLS, Lithic UDIVITRANDS, Lithic USTIVITRANDS, Typic HAPLUSTOLLS, Typic ARGUUDOLLS, Typic DURUSTOLLS, Typic EUTRANDEPTS, Typic HAPLUUDOLLS, Typic USTIPSAMMENTS.

Dentro de esta clase se incluyen tierras que restringen su uso a vegetación semi-permanente y permanente. Requiere prácticas de manejo y conservación más rigurosos y algo difíciles de aplicar. La mecanización, además de complicada, no se la recomienda por el desgaste acelerado del recurso suelo. El riego debe ser totalmente especializado. Por estas razones, esta clase requiere prácticas de manejo especiales como remoción de piedras, control de la erosión y conservación de la humedad mediante siembra en contorno, cultivos en fajas, cultivos de cobertura, rotación de cultivos, sistemas sencillos de terrazas, enmiendas orgánicas animales, aplicación de compost, abono verde, fertilización, enmiendas minerales, y drenajes simples.

#### **e) PASTOS CULTIVADOS**

Se ubica en el Fondo de Cuenca Interandina, en los edificios volcánicos y en la sierra alta y fría, en San Juan de Pastocalle, Toacazo, Lasso, Tanicuchí, Guaytacama, Poaló, La Victoria, Pujilí, Latacunga, Alpamalac de Acurios, Saquisilí, Mulalillo, Cachi Bajo, Yanacocha, Izamba, Atahualpa, Mulmul. Quizapincha, Quero. Su superficie total cubre 84.495,56 Ha (19,61%).

En las vertientes y Fondo de Cuenca estos suelos tienen factores limitantes importantes como la pendiente, texturas gruesas, baja fertilidad, poca profundidad. Gran parte corresponde a Typic USTIPSAMMENTS, Typic DYSTRANDEPTS, Typic HAPLOCRYANDS, Lithic USTIVITRANDES, Typic UDIFLUVENTS, Paralithic HYDRANDEPTS, Calcic HAPLUSTOLLS, entre otros.

Son unidades con susceptibilidad a la erosión, por lo que su manejo está encaminado a la protección de suelos. Incluye tierras que por una o varias razones deben ser utilizadas exclusivamente para pastoreo, sin que esto impida alternar con cultivos o con sistemas de manejo (Agro-silvopastoril, silvopastoril, etc.). Si la cobertura vegetal está en buenas condiciones, no habrá necesidad de emplear prácticas o restricciones de carácter especial, pero a fin de obtener una producción satisfactoria, habrán de utilizarse algunas medidas necesarias de conservación, como en el pastoreo, cuidando de no sobrepasar su capacidad de carga.

#### **f) BOSQUES CULTIVADOS**

Se localizan en los suelos de las comunidades de Collas, Tingu Chico, San Francisco, Santa Teresita, Ambatillo, Pilahuín, San Bartolomé, El Rosario, Constantino Fernández. Su superficie total cubre 17.935,04 Ha (4,16%).

Comprenden aquellas tierras que, por limitaciones fuertes de suelos, clima, pendientes y otras intrínsecas, no son adecuadas para cultivos ni pastos, pero pueden soportar bosques cultivados. Deberán ser dedicados al desarrollo de la silvicultura, teniendo el doble propósito (protector-productor), con especies nativas y exóticas adaptadas a la zona, de rápido crecimiento.

#### **g) BOSQUE PROTECTOR**

Se localizan en los suelos de las comunidades de Macas Grande, Pucará, Clementina, Cucharaguas, La Tranquila, San Rafael Alto, San Rafael Bajo. Su superficie total cubre 42.532,88 Ha (9,87%).

Se localizan en aquellas tierras que presentan limitaciones muy importantes en las características de los suelos, sobre pendientes pronunciadas y condiciones climáticas marginales. En consecuencia, son unidades que requieren del mantenimiento de vegetación natural con fines de protección únicamente.

#### **h) VEGETACIÓN DE PROTECCIÓN**

Son unidades que por sus características, necesitan conservarse en su estado natural, debido a que ofrecen mayores ventajas en este estado que en cualquier

otro uso. Su superficie total cubre 160.157,62 Ha (37,18%). Estas unidades incluyen los sistemas glaciares y periglaciares, superpáramo azonal, pajonal, pajonal / matorral, pajonal / rosetas sin tallo, matorral, bosque piemontano, bosque siempre verde montano alto, bosque siempre verde montano bajo, bosque de neblina, surales, humedades y todas las áreas del Sistema Nacional de Áreas protegidas.

El resultado de este análisis se lo puede encontrar en el Mapa 12. Adicionalmente, se puede esquematizar según la superficie que abarca, como se lo muestra en el Cuadro 27.

Cuadro 27.

Superficie de las Clases de capacidad de uso de las tierras

SUPERFICIE DE LAS CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS			
CÓD.	CLASE	SUPERFICIE	
		Ha.	%
1	Bosque protector	42.532,88	9,87
2	Bosques cultivados	17.935,04	4,16
3	Cultivos anuales	37.745,93	8,76
3	Cultivos anuales restricciones	12.350,50	2,86
5	Cultivos permanentes	74.899,13	17,38
6	Horticultura	278,84	0,064
7	Pastos cultivados	84.495,56	19,61
8	Vegetación de protección	160157,62	37,18
0	No Aplica	345,70	0,079
	<b>Total</b>	<b>430741,20</b>	<b>100,00</b>

Fuente: CLIRSEN

Elaboración: Alumnos U.T.C.

#### 4.6. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

En la Subcuenca del Río Patate podemos encontrar 5 Áreas que pertenecen al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, con una superficie de

78.946,88 Ha., equivalentes al 18,32% del área total de la zona de estudio, contando con dos Parques Nacionales, una Reservas Ecológicas, un área de Recreación y una Reserva de Producción Faunística. (Ver Mapa 7: Áreas naturales protegidas)

La biodiversidad existente en estas áreas protegidas es alta considerando que cubre gradientes altitudinales que inician bajo los 1900 m.s.n.m. y llegan hasta los 6310 m.s.n.m.; ello sumado a la incidencia del clima, la existencia de los Andes y la ubicación ecuatorial, genera un singular ambiente para que se establezcan cantidad de formaciones vegetales, y por ende, una mayor diversidad por unidad de área.

A continuación, en el Cuadro 28. se resumen aspectos importantes de cada una de las Áreas Protegidas existentes al interior de la subcuenca del Río Patate:

La distribución de estas Áreas Protegidas al interior de la zona de estudio se las puede encontrar en el Mapa 7.

Cuadro 28.

Áreas Protegidas al interior de la Subcuenca del Río Patate

ÁREA PROTEGIDA	SUP. TOTAL (Ha.)	%	Nº PLANTAS ENDÉMICAS	Nº DE ESPECIES ANIMALES PRESENTES
EL BOLICHE	243,90	0,30		No especifica
PARQUE NACIONAL	13.765,38	17,43	800*	17 especies de mamíferos 37 de aves

COTOPAXI				
PARQUE NACIONAL LLANGANATES	30.684,02	38,86	195*	231 especies de aves 46 especies de mamíferos 23 de anfibios y reptiles
RESERVA ECOLÓGICA LOS ILINIZAS	4161,56	5,27	292* 41 confirmadas	44 especies de mamíferos 47 de anfibios y reptiles 257 especies de aves
RESERVA DE PRODUCCIÓN FAUNÍSTICA CHIMBORAZO	30,090,02	38,11	145*	31 especies de aves

- \*Libro rojo de Plantas Endémicas del Ecuador

Fuente: Obtenido desde ECOLAP y MAE

Elaboración: U.T.C.

#### **4.6.1. Área Nacional de Recreación El Boliche**

El Área Nacional de Recreación El Boliche (ANRB) se legaliza y delimita mediante Acuerdo Interministerial N° 0322 publicado en el Registro Oficial N° 69 del 26 de julio de 1979. En esa fecha se establece su superficie en 1.077 hectáreas. En el año de 1996, la superficie del área se reduce, debido a un pedido de Aglomerados Cotopaxi (Acosa S.A.) de excluir de su propiedad de los territorios del Parque Nacional Cotopaxi y del Área Nacional de recreación El Boliche (Registro Oficial N° 10 del 23 de agosto de 1996), la reducción que sufrió el área en su superficie de 1077 a 243,90 ha.

Según la codificación de la Ley Forestal (2004), el Patrimonio de áreas naturales del Estado se halla constituido por el conjunto de áreas silvestres que se destacan por su valor protector, científico, escénico, educacional, turístico y recreacional, por su flora y fauna, o porque constituyen ecosistemas que contribuyen a mantener el equilibrio del medio ambiente.

Según la codificación de la Ley Forestal (2004), el área de recreación, para ser declarada tal requiere tener una superficie de 1000 hectáreas o más y deben existir bellezas escénicas, recursos turísticos o de recreación en ambiente natural, fácilmente accesible desde los centros de la población. Al momento, el ANRB tiene una superficie de 243,90 hectáreas por lo que no justificaría si incursión en esta categoría. Sin embargo, actualmente se está revisando este tema en la Dirección Nacional de Biodiversidad, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (DNBAPVS) con el fin de ajustarla categoría a la realidad del ANRB.

El Área Nacional de Recreación El Boliche se encuentra ubicada en los Andes centrales de Ecuador, en el nudo de Tiopullo, donde nacen dos cuencas hidrográficas: los ríos San Pedro y Cutuchi. La primera se dirige hacia el valle de Machachi y la segunda hacia Latacunga.

Esta zona de la cordillera se caracteriza por ser muy húmeda. La precipitación, resultado de la condensación de la humedad y la neblina, produce una gran cantidad de rocío que se vierte sobre el suelo y la vegetación en forma de lluvia permanente durante todo el año (Gallo et al. 1995).

Grandes complejos forestales de pinos y cipreses (200 ha), que se destinan al mercado nacional y extranjero, se sitúan en torno al Área de Recreación. La cobertura vegetal nativa ha sido reemplazada casi por completo por este tipo de plantaciones a consecuencia de la falta de un ordenamiento forestal nacional (SIPAE–EcoCiencia 2005).



El área está compuesta por suelos franco-arenosos-húmedos, que se caracterizan por su gran capacidad de retención de humedad y son de coloración muy negra en zonas frías (Manrique 2006). No obstante, las plantaciones de pino han cambiado las condiciones de humedad de los mismos.

Acorde con la propuesta de clasificación vegetal de Sierra (1999), el área protegida se encuentra en el Sector Centro de la Cordillera Occidental y presenta tres formaciones vegetales: Bosque Siempre verde montano alto conocido como Ceja Andina, páramo herbáceo y páramo de Almohadillas

La fauna del lugar pertenece al piso zoogeográfico Altoandino; sin embargo, no se cuenta con datos actuales del número de especies faunísticas en el Área de Recreación. En los sectores cercanos a los afluentes de agua en las quebradas, se registró la presencia del ratón marsupial común (*Caenolestes fuliginosus*); mientras que en los matorrales de las quebradas, donde predominan los musgos, las musarañas (*Cryptotis thomasi*). Un marsupial muy abundante en los poblados campesinos es la raposa (*Didelphis marsupialis*); (Gallo et al. 1995). Dentro del grupo de los murciélagos se puede mencionar la presencia de *Sturnira*, *Histiotus* y *Myotis*.

Entre los macromamíferos se puede mencionar al puma (*Puma concolor*), avistado por temporadas cuando las poblaciones de venados son grandes. Este animal es de costumbres errantes y se lo ha observado en el sector donde pastan las llamas. También se ha registrado la presencia de venados de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y cervicabras (*Mazama furina*), especies que fueron

manejadas en semicautiverio para su reproducción. Es común encontrar lobos de páramo (*Lycalopex culpaeus*) y chucuri (*Mustela frenata*); (Gallo et al. 1995).

No existe un número exacto de la diversidad de aves del área protegida; sin embargo, es común ver, temprano en la mañana, al gavilán dorsirojo (*Buteo polysoma*), a la torcaza (*Columba fasciata*), a la gralaria leonada (*Grallaria quitensis*) y al mirlo (*Turdus fuscater*), especies muy bien adaptadas al bosque de pino (Gallo et al. 1995). En bosques nativos se pueden observar otras especies tales como: sigchas (*Pipraeida melanonota*) y tangaras (*Tangara vassorii*, *Anisognathus igniventris*, *Dubusia taeniata*, *Thraupis bonariensis*); (Gallo et al. 1995).

#### **4.6.2. Parque Nacional Cotopaxi**

En la Cordillera Oriental de los Andes se levanta el complejo volcánico activo de mayor elevación del mundo: el Cotopaxi (5897 m.s.n.m.). Su gran cono posee un cráter de 800 m. de diámetro y 334 m. de profundidad (Barberi et al., 1995) y se caracteriza por su alto grado de peligrosidad.

El Parque Nacional Cotopaxi se encuentra localizado en el flanco oriental de este Volcán, y al norte de la zona de estudio. Se extiende por el noroccidente hasta el Rumiñahui, y por el nororiente hasta el Río Pita que constituye un límite natural. Por lo tanto, presenta un paisaje típicamente volcánico (Paisaje Edificios Volcánicos), alrededor del cual se encuentran lahares, coladas de lava y depósitos de ceniza (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

De los volcanes Cotopaxi y Rumiñahui nacen gran cantidad de ríos, entre ellos: Cutuchi, Ambato, San Pedro, Pita, Pedregal, Tamboyacu y Tambo. Las nieves del Cotopaxi son, por lo tanto, muy importantes en la formación de grandes cuencas hidrográficas, lo que se usa tanto para riego como para consumo humano en la parte andina (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007). Además, existe una importante actividad industrial generada por la captación de manantiales y vertientes subterráneas de agua mineral que provienen de los glaciares (Revista Vistazo, 2000). Existen también una serie de pequeñas lagunas, entre las que tenemos: Cajas, Limpiopungo y Santo Domingo (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

Las formaciones vegetales presentes en el Parque Nacional Cotopaxi, se caracterizan por el dominio de un solo ecosistema, en virtud de su configuración altitudinal; según la clasificación de Sierra (1999), predomina el Páramo Herbáceo y la Gelidofitia. Sin embargo, el Proyecto Páramo (Mena et al., 2001) divide este último en Superpáramo y Superpáramo Azonal (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

En cuanto a la flora, el 85,29% del Parque conserva su vegetación nativa (Ecociencia, 2005), mientras que el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador reporta la existencia de 800 posibles plantas endémicas (Valencia et al., 2000). Existen además, grandes monocultivos de pino (***Pinus radiata***), plantado en 1976, que han reemplazado al páramo natural (Mogollón y Guevara 2004). Según Valencia et al. 2000, entre las principales especies catalogadas como flora

endémica tenemos: **Bomarea glaucesens** (Alismataceae)NT<sup>2</sup>, **Cotopaxia asplundii** (Apiacea)VU\*, **Mutisia rimbachii** (Asteraceae)VU\*, **Puya retrosa** (Bromeliaceae)LC\*, **Lepidium ecuadoriense** (Brassicaceae)VU\*, **Centropogon subandinus** (Campanulaceae)NT\*, **Myrosmodes rhynchocarpum** (Orchidiaceae)CR\*, **Festuca flaca** (Poaceae)NT\*, **Aphanes cotopaxiensis** (Rosaceae)VU\*, **Solanum lanuginosum** (Solanaceae)CR\*.

La fauna se distingue por la presencia de mamíferos como la raposa (**Didelphys albiventris**), ratón marsupial común (**Caenolestes fuliginosus**), ratón topo o musaraña (**Cryptotis equatoris**), murciélago orejón andino (**Histiotus montanus**); puma (Puma concolor); y soche o cervicabra (**Mazama rufina**), entre otros. Alberga alrededor de 80 especies de aves, muchas de ellas acuáticas y migratorias que visitan particularmente la laguna de Limpiopungo. Entre las especies más evidentes de anfibios se encuentran las lagartijas del género **Pholidobolus**, las ranas marsupiales (**Gastrotheca riobambae**) y **Gastrotheca pseustes**) y ranas del género **Eleutherodactylus** (Díaz y Vargas 2004 cit por Vásquez). En cuanto a los reptiles están presentes la guagsa (**Stenocercus quentheri**) y la lagartija (**Pholidobolus montium**) (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

#### **4.6.3. Parque Nacional Llanganates**

Fue creado en 1996 y se ubica en la zona central del territorio ecuatoriano (al Este de la zona de estudio), entre cuatro provincias: Cotopaxi, Tungurahua, Napo

---

<sup>2</sup> CR= En peligro crítico, VU= Vulnerable, NT= Casi Amenazado, LC= Preocupación menor según Valencia et al., 2000.

y Pastaza. Cubre los paisajes de Sierra Alta y Fría y Estribaciones Exteriores de la Cordillera Oriental. Tiene un rango altitudinal que varía desde los 1200 hasta los 4638 m.s.n.m. (Cima del Cerro Hermoso) (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

Cubre extensas áreas de páramos muy húmedos de pastizales y de bambú enano, incluyendo páramos de frailejones, así como bosques achaparrados, altoandinos, nublados y piemontanos en la estribación amazónica de los Andes. La diversidad de ecosistemas dentro del Parque es alta. Aunque la mayoría de bosques y páramos se mantienen en estado primario, hay también zonas de vegetación secundaria y alterada, junto con zonas agrícolas y ganaderas y pequeñas poblaciones. Llanganates sirve como reservorio de agua para poblaciones cercanas, incluyendo las ciudades de Ambato y Baños (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

Cuenta con lagunas como Pisayambo, Yanacocha, Aucacocha y Rodeococha, Tambo, Pillopaxi, Patojapina y Anteojos. Sobresale el sistema lacustre de Pisayambo, ubicado al norte de la Cordillera de los Llanganates, ya que tiene gran importancia para el país por el funcionamiento del proyecto hidroeléctrico que se desarrolló con los recursos hídricos que se originan en la zona.

Según la clasificación de vegetación para el Ecuador continental propuesta por Sierra (1999), el Parque Nacional Llanganates se encuentra ubicado en la subregión norte de la Cordillera Oriental y se subdivide en los siguientes tipos de vegetación (Valencia et al. 1999 cit. Por Vargas et al. 2000): Páramo Herbáceo, de Frailejones, de Almohadillas, Pantanoso, Herbazal Lacustre Montano Alto,

Bosque Siempre Verde Montano Alto, Bosque de Neblina Montano y Bosque Siempre Verde Montano Bajo.

Las diversas características del suelo que sustentan la vegetación y las formaciones geológicas del Parque Nacional Llanganates, determinan que esta zona contenga una de las más importantes y desconocidas riquezas de flora de la región andina del Ecuador (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007). El Parque presenta 195 especies de plantas endémicas en la cuenca del Pastaza, de las cuales 91 son orquídeas. Además tiene más de 800 especies de plantas vasculares, incluyendo algunas raras y endémicas de la región que no se habían registrado antes (Freile y Santander cit. ECOLAP y MAE 2007). Se encontraron nuevos registros para el país como *Libertia sp.* (Iridaceae) y *Allophylus sp.* (Sapindaceae). Es importante destacar que en el bosque de Machay, existe quizás la única población natural de un árbol endémico para la zona de Tungurahua y los Llanganates: *Zapoteca aculeata* (Fabaceae).

El componente de fauna del Parque Nacional Llanganates está conformado por: 231 especies de aves, 46 de mamíferos y 23 de anfibios y reptiles. Los órdenes más abundantes de mamíferos son Chiroptera y Rodentia. Dentro de los macromamíferos hallados se puede nombrar al tapir andino (*Tapirus pinchaque*), oso de anteojos (*Tremactos ornatos*), cervicabra (*Mazama rufina*), venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus ustus*), lobo (*Lycalopex culpaeus*), sachacuy (*Cuniculus Taczanowskii*), y conejo de monte (*Sylvilagus brasiliensis*). Adicionalmente, se encontró al mono nocturno (*Aotus lemurinus*) y se amplió el rango altitudinal del ratón andino (*Akodon aerosus*) (3710 m.), que sólo se lo

había reportado entre los 1000 – 3000 m.s.n.m. (Castro y Román 2000 cit. ECOLAP y MAE 2007). También constituye un área importante para las aves (IBA), basado en la presencia de 8 especies endémicas de la Sierra; dos especies con distribución restringida en los Andes ecuatorianos; cinco especies migratorias; y al menos 7 especies amenazadas. En cuanto a anfibios y reptiles., se han registrado un total de 21 especies de anuros, un caudado *Bolitoglossa palmata* (Plethodontidae) y un reptil *Dactyloa sp.* (Ortiz y Morales 2000 cit. ECOLAP y MAE 2007).

De acuerdo al análisis realizado por Vázquez et al. (2000), el Parque sufre una importante presión por la expansión de la frontera agropecuaria, la quema de pajonales, el pastoreo de ganado en el páramo y la extracción ilegal de madera. Otras actividades como la introducción de peces exóticos (truchas) en los ríos y lagunas tienen un mediano impacto, aunque no se ha estudiado esta amenaza a fondo. Adicionalmente, la construcción de obras de infraestructura, como la carretera Salcedo - Tena y represas para proveer de agua a Ambato, pueden constituir amenazas serias, en particular la carretera, por facilitar el ingreso y la colonización del Parque.

#### **4.6.4. Reserva ecológica Los Ilinizas**

Se localiza en la Cordillera Occidental de los Andes, entre las elevaciones Corazón y Los Ilinizas que conforman una barrera geológica que impide el paso, hacia el Callejón Interandino, del vapor de agua proveniente de las zonas costeras, lo que favorece la formación de microcuencas hidrográficas (MAE

1996). En su territorio domina el paisaje de Edificios Volcánicos. El estrato volcánico Los Ilinizas se encuentra en estado latente y tiene dos cumbres: la Cima Sur (5303 m.s.n.m) y la Cima Norte (5116 m.s.n.m.).

En el área de amortiguamiento se distinguen fundamentalmente dos cuencas: la del Río Toachi, más grande, y la del Río Pilatón. Por otro lado, las subcuencas principales que atraviesan la Reserva son los ríos Zarapullo, Corazón y Santa Ana, de cauce definido y velocidad de corriente rápida (MAE, 1996).

Según la propuesta de Clasificación Vegetal de Sierra (1999) la Reserva presenta 8 formaciones vegetales: Bosque Siempre Verde Piemontano, Bosque Siempre Verde Montano Alto, Bosque Siempre Verde Montano Bajo, Bosque de Neblina Montano, Matorral Húmedo Montano, Páramo Herbáceo, Páramo Seco y Gelidofitia.

Con base en el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador se establece la posible existencia de 292 especies endémicas en la Reserva, entre ellas 41 confirmadas que incluyen: **Anthurium subcoerulescens** (Arecaceae) VU\*; **Monticalia microdon** (Asteraceae) VU<sup>3</sup>; **Draba aretiodes** (Brassicaceae) EN\*; **Eudema nubigena** (Brassicaceae) EN\*; **Macleania loeseneriana** (Ericaceae) VU\*; **Geranium chimborazense** (Geraniaceae) VU\*; **Calamagrotis aurea** (Poaceae) VU\*; **Lachemilla jamesonii** (Rosaceae) VU\*; **Polylepis reticulata** (Rosaceae) VU\*; **Palicourea calothyssus** (Rubiaceae) VU\*; **Calceolaria adontophylla** (Scrophulariaceae) EN\*. (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

---

<sup>3</sup> CR= En peligro crítico, VU= Vulnerable, NT= Casi Amenazado, LC= Preocupación menor según Valencia et al. 2000



Aunque el conocimiento de los animales presentes dentro de esta Reserva es escaso se reporta la presencia de 44 especies de mamíferos, 47 especies de anfibios y reptiles y por estudios adicionales se sabe de la existencia de 257 aves, sin embargo, estos números no representa la diversidad real de la Reserva (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007). Freile y Chávez (2004) reportan números importantes de pájaros en bosques cercanos a la misma.

#### ***4.6.7. Reserva de Producción Faunística Chimborazo***

Fue creada el 26 de octubre de 1987, y cubre una superficie de 58560 Ha. localizadas entre las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar, con altitudes que van desde los 3800 hasta los 6310 m.s.n.m. (Revista Vistazo, 2000). El mayor atractivo de esta área son las dos altas montañas que protege: el volcán Chimborazo, de 6310 m.s.n.m., considerado el nevado más alto del Ecuador, y el Carihuairazo, de 5020 m.s.n.m. (Paredes, 2005). Además de este paisaje, que corresponde al de Edificios Volcánicos, también hay presencia del paisaje Sierra Alta y Fría.

El 90% de las aguas de los deshielos va hacia el oriente y el 10% restante al occidente, alimentando al sistema del Río Guaranda. Las subcuencas de los ríos Ambato y Chambo forman parte de la Cuenca Alta del Río Pastaza. Como todos los nevados, el Chimborazo constituye un gigantesco reservorio de agua en estado sólido, importante para el abastecimiento de la agricultura, el consumo humano y animal, en períodos de estiaje (ECOLAP y MAE 2007).

Según el sistema de clasificación vegetal propuesto por Sierra (1999), la Reserva posee cuatro formaciones: Bosque Siempre Verde Montano Alto, Páramo Herbáceo, Páramo Seco y Gelidofita.

La flora se distingue por sectores cubiertos por matorrales y relictos de bosque andino, con especies forestales valiosas para la conservación. En quebradas, que tienen mayor humedad y están más protegidas del viento, se pueden encontrar poblaciones de árboles de papel (*Polypepis reticulata*) y de “quishuares” (*Buddleja incana*). Otra flora representativa es la “oreja de conejo” (*Culcitium sp.*), la “genciana” (*Genciana sp.*, *Gentianella sp.*), el “romerillo” (*Hypericum laricifolium*), algunas “valerianas” (*Valeriana microphyllum*, *Valeriana sp.*), y el “sacha chocho” (*Lupinus pubescens*) (ECOLAP y MAE 2007). Hay que mencionar que según Valencia et. al (2000) existen en la Reserva 145 especies endémicas, de las cuales 7 son consideradas con importancia para la conservación, ya que presentan una categoría de amenaza y corresponden a las familias Asteraceae, Bromeliaceae, Geraniaceae.

En cuanto a mamíferos, la familia Camelidae es la principal que habita esta Reserva, existen vicuñas (*Vicugna vicugna*), alpacas (*Lama pacos*) y llamas (*Lama glama*). Además es posible encontrar lobos de páramo (*Lycalopex culpaeus*), venados de páramo (*Odocoileus virginianus ustus*), chucuris (*Mustela frenata*), zorillos (*Conepatus semistriatus*), conejos (*Sylvilagus brasiliensis*) y algunas especies de roedores (*Akodon mollis*, *Phyllotis andinum*, *Thomasomys paramorum*) (Gallo et. al. 1992). Se han identificado 31 especies, entre ellas: curiquingues (*Phalcoboenus carunculatus*), guarros (*Geranoaetus melanoleucus*), colibrí estrella ecuatoriano (*Oreotrochilus*

Chimborazo) y cóndor (Vultur gryphus). En las lagunas Cocha Negra y en las lagunas de invierno de los páramos de Urbina en Abraspungo existen patos de páramo (Anas andinum), zumbadores (Gallinago stricklandii), gaviotas de páramo (Larus serranus) y ligles (Vanellus resplendens) (Paredes 2005).

## **4.7. CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS**

### **4.7.1. Población y Territorio**

La Subcuenca del Río Patate tiene 647.835 habitantes<sup>4</sup>, población que corresponde a los cantones que se encuentran totalmente al interior de la subcuenca y además, en el caso de los cantones que tienen solamente una parte de su superficie al interior de la misma, se tomó en cuenta a la población de las cabeceras cantorales, como es el caso de Pujilí.

De la población total, el 49% (297.562 hab.) corresponde a la población del área urbana, mientras que el 51% (350.273 hab.) a la población del área rural. Así mismo, en la subcuenca el número de mujeres es de 179.170 hab. (52%) igual al número de hombres que es de 171.103 hab. (48%). Ver Cuadro 29., Gráfico 12. y 13.

Cuadro 29.

Población total por área y sexo

---

<sup>4</sup> VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

POBLACIÓN POR SEXO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE						
Sexo	Área Urbana y Rural				Total	%
	Urbana	%	Rural	%		
Hombre	145.402	49	171.103	48	<b>316.505</b>	49,47
Mujer	152.160	51	179.170	52	<b>331.330</b>	50,53
Total	<b>297.562</b>	<b>100</b>	<b>350.273</b>	<b>100</b>	<b>647.835</b>	<b>100</b>

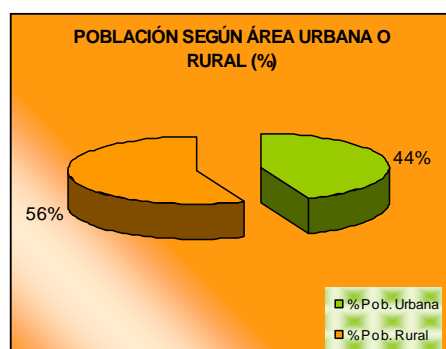
**Fuente:** VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001  
**Elaboración:** U.T.C.

Las ciudades principales localizadas al interior de la subcuenca de estudio, corresponden a las capitales de las provincias: Latacunga - Cotopaxi, Ambato – Tungurahua.

Los datos sobre población de cada uno de los cantones y cabeceras cantonales que se encuentran al interior de la subcuenca, y que a su vez sumados revelan el número de habitantes con los que cada provincia (Cotopaxi, Tungurahua) cuenta al interior de la zona de estudio, se detallan según área y sexo en los Cuadros 30. y 31.

Gráfico 12.

Población total según área urbana o rural



**Fuente:** VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001  
**Elaboración:** U.T.C.

Gráfico 13.

Población total según sexo



Cuadro 30.

Población según área a nivel cantonal

POBLACIÓN SEGÚN ÁREA DE LOS CANTONES QUE SE ENCUENTRAN AL INTERIOR DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE					
PROVINCIA/CANTÓN	ÁREA		TOTAL	% CANTÓN	% SUBCUENCA
	URBANA	RURAL			
Provincia de Cotopaxi					
Latacunga	51689	92290	143979	65	22
Saquisilí	5234	15581	20815	9	3
Pujilí*	6815	—	6815	3	1
Salcedo	9853	41451	51304	23	8
Subtotal	73591	149322	222913	100	34
Provincia de Tungurahua					
Ambato	154095	133187	287282	65	44
Santiago de Píllaro	6299	28626	34925	8	5
Tisaleo	1038	9487	10525	2	2
Mocha	1122	5249	6371	1	1
Quero	2238	15949	18187	4	3
San Pedro de Pelileo	9051	39937	48988	11	8
Patate	1795	9976	11771	3	2
Cevallos	2250	4623	6873	2	1
Subtotal	177888	247034	424922	100	66
TOTAL	251479	396356	647835	200	100

\* Datos que corresponden sólo a la Cabecera cantonal

Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

Elaboración: U.T.C.

Cuadro 31.

Población según sexo a nivel cantonal

POBLACIÓN SEGÚN SEXO DE LOS CANTONES QUE SE ENCUENTRAN AL INTERIOR DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE					
PROVINCIA/CANTÓN	SEXO		TOTAL	% CANTÓN	% CUENCA
	MUJERES	HOMBRES			
Provincia de Cotopaxi					
Latacunga	74381	69598	143979	65	22
Saquisilí	11023	9792	20815	9	3
Pujilí*	3551	3264	6815	3	1
Salcedo	26899	24405	51304	23	8
Total	115854	107059	222913	100	34
Provincia de Tungurahua					
Ambato	148539	138743	287282	65	44
Santiago de Píllaro	18403	16522	34925	8	5
Tisaleo	5406	5119	10525	2	2
Mocha	3229	3142	6371	1	1
Quero	9194	8993	18187	4	3
San Pedro de Pelileo	25268	23720	48988	11	8
Patate	5937	5834	11771	3	2
Cevallos	3474	3399	6873	2	1
Total	219945	205472	424922	100	66
TOTAL	335304	312531	657835		100

\* Datos que corresponden sólo a la Cabecera cantonal

Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

Elaboración: U.T.C.

Según estos cuadros presentados, los cantones que concentran mayor número de habitantes son: el cantón Ambato, con el 44% (287282 hab.) de la población de la subcuenca; y el cantón Latacunga con el 22% (143979 hab.) del total de habitantes de la subcuenca.

En cuanto a la superficie que presentan los cantones al interior de la subcuenca, se puede observar en el Cuadro 32., que los cantones de la provincia de Tungurahua tienen el 88,25% de su superficie en la subcuenca; mientras que la provincia de Cotopaxi, tiene solamente a 4 de sus cantones: Latacunga, seguido de Salcedo, Saquisilí y Pujilí, con una superficie de 76,04%.

Cuadro 32.

Superficie total de los cantones al interior de la Subcuenca

SUPERFICIE TOTAL DE LOS CANTONES QUE SE ENCUENTRA AL INTERIOR DE LA SUBCUENCA				
PROVINCIA	CANTÓN	SUP. TOTAL (Ha.)	SUP. INTERIOR CUENCA (Ha.)	SUP. INTERIOR CUENCA (%)
Cotopaxi	Latacunga	138486,51	120300	86,86
	Saquisilí	20846,01	19669	94,35
	Salcedo	48544,00	48426	99,75
	Pujilí	130500,00	30300	23,21
Tungurahua	Ambato	102241,67	102229	99,98
	Santiago de Pillaro	43482,69	43300	99,57
	Tisaleo	5841,62	5841,6	100,00
	Mocha	8085,72	8090	100,00
	Quero	16976,22	15490	91,24
	San Pedro de Pelileo	19404,75	14918	76,87
	Patate	32592,12	12670	38,87
	Cevallos	1717,66	1717,6	100,00

Fuente: INEC

Elaboración: U.T.C.

Mediante el uso de la información generada en esta tesis, se obtiene la distribución de los paisajes al interior de cada cantón. (Ver Cuadro 33.)

De esta manera, el paisaje Sierra Alta y Fría, se presenta en 6 cantones de la subcuenca, el cantón Píllaro que tiene el 51,97% y el Ambato con un 50,11% de la superficie del cantón al interior de este paisaje.

En el paisaje Estribaciones Interiores de la Cordillera Occidental, el cantón Cevallos tiene un 81,03% de su superficie al interior del mismo, a continuación está el cantón Tisaleo con un 58,31%, y Saquisilí con un 34,83%.

El paisaje Fondo de Cuenca Interandina, es común en gran parte de los cantones de la zona de estudio, presentándose con mayor superficie en el cantón Latacunga, cuya superficie es de 60173,8 Ha., es decir el 50,03% de su superficie al interior de la subcuenca, el cantón San Pedro de Pelileo que tiene un 57,43% y el cantón Pujilí con un 40,91%.

En el paisaje de las Estribaciones de la Cordillera Oriental, el cantón Patate tiene el 15,86% de su superficie al interior del mismo.

El cantón Quero, que tiene el total de su superficie al interior de la subcuenca, presenta el 93,17% de la misma al interior del paisaje Edificios Volcánicos, así mismo, una superficie importante en este paisaje la presentan los cantones: Mocha con el 78,07 %, Latacunga con el 42,19% y Tisaleo con un 41,69%.

Cuadro 33.

Distribución de los paisajes a nivel cantonal



DISTRIBUCIÓN DE LOS PAISAJES AL INTERIOR DE LOS CANTONES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE														
PROVINCIA	CANTÓN	PAISAJES												TOTAL*
		A (Ha.)	A (%)	B (Ha.)	B (%)	C (Ha.)	C (%)	D (Ha.)	D (%)	E (Ha.)	E (%)	V (Ha.)	V (%)	Ha.
Cotopaxi	Latacunga	6342,73	5,27	1430,6	1,19	60173,8	50,03	1586,85	1,32	—	—	50745,23	42,19	120279,21
	Saquisilí	8544,85	43,44	6849,92	34,83	4274,30	21,73	—	—	—	—	—	—	19669,06
	Salcedo	15250,13	31,49	1773,38	3,66	12674,46	26,17	5717,91	11,81	—	—	13010,38	26,86	48426,26
	Pujilí	9505,43	31,41	8373,60	27,67	12378,98	40,91	—	—	—	—	—	—	30258,00
Tungurahua	Ambato	51231,37	50,11	13484,75	13,19	14595,34	14,28	—	—	—	—	22917,95	22,41	102229,17
	Santiago de Pillaro	22503,99	51,97	—	—	12185,76	28,14	8610,91	19,89	—	—	—	—	43330,66
	Tisaleo	—	—	3406,00	58,31	—	—	—	—	—	—	2435,62	41,69	5841,62
	Mocha	—	—	1773,17	21,93	—	—	—	—	—	—	6312,43	78,07	8085,72
	Quero	—	—	—	—	1057,88	6,84	—	—	—	—	14425,12	93,17	15482,99
	S. P. de Pelileo	—	—	—	—	8567,04	57,43	—	—	—	—	6350,02	42,57	14918,04
	Patate	2520,65	19,89	—	—	1725,22	13,62	6415,58	50,63	2009,35	15,86	—	—	12670,83
	Cevallos	—	—	1391,68	81,03	316,89	18,45	—	—	—	—	9,10	0,53	1717,66

\* Superficie de cada cantón al interior de la Subcuenca

**Fuente:** información generada para la presente tesis

Elaboración : U.T.C.

PAISAJES:

A = Sierra Alta y Fría

B = Estribaciones Interiores de la Cordillera Occidental

C = Fondo de Cuenca Interandina

D = Estribaciones Interiores de la Cordillera Oriental

E = Estribaciones Exteriores de la Cordillera Oriental

V = Edificios Volcánicos

Es importante añadir que para el presente análisis, se toma en cuenta principalmente la información gráfica y alfanumérica de uso de las tierras y vegetación que se generó para esta tesis, (Ver Mapa 4: Ecosistemas), en la misma que se identifican muy claramente para cada cantón, las áreas poco intervenidas por el ser humano (ecosistema natural), las áreas que cuentan con pequeñas zonas intervenidas (ecosistema de transición) y las áreas intervenidas por el ser humano (ecosistema antropogénico), es en esta última donde prácticamente se encuentra la población con sus actividades económicas; además, se utilizaron los datos del VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, año 2001. Ver Cuadro 34. y Gráfico 13.

Cuadro 34.

Distribución de los ecosistemas por cantón (%)

DISTRIBUCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS AL INTERIOR DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE				
PROVINCIA	CANTÓN	ECOSISTEMAS (%)		
		Antropizado %	Transición %	Natural %
Cotopaxi	Latacunga	61	8	19
	Saquisilí	66	29	5
	Salcedo	58	7	28
	Pujilí	68	6	1
Tungurahua	Ambato	39	7	31
	Santiago de Pillaro	37	9	2
	Tisaleo	80	1	5
	Mocha	50	2	6
	Quero	83	1	16
	San Pedro de Pelileo	68	27	5
	Patate	58	2	25
	Cevallos	99	1	—
<b>TOTAL</b>		<b>767</b>	<b>100</b>	<b>143</b>

Fuente: CLIRSEN

Elaboración: Alumnos U.T.C.

Se puede determinar que el 64% es Ecosistema antropizado y el 8% es ecosistema de transición, donde se encuentra prácticamente intervenido por el ser humano, está conformado por áreas donde se realizan diversas actividades productivas (áreas agropecuarias, silvicultura, poblados, etc.); frente a un 12% que corresponde al Ecosistema natural, aquel que se encuentra con una menor intervención por parte de la población, a saber: páramos, ceja andina, bosques. (Ver Mapa 4.)

#### **4.7.2. Población Económicamente Activa**

El análisis de la población económicamente<sup>5</sup> activa es de mucha utilidad en la presente tesis, ya que permite conocer las principales actividades económicas a las que se dedica la población, y cuantificar la mano de obra disponible para la producción de bienes y servicios económicos en cada uno de los cantones identificados al interior de la subuenca Río Patate.

El análisis de la PEA que se presenta a continuación toma en cuenta la rama de actividad (“es la actividad económica que permite clasificar al establecimiento

---

<sup>5</sup> “La PEA es el principal indicador de la oferta de mano de obra en una sociedad. Las personas económicamente activas son todas aquellas que, teniendo edad para trabajar (12 años y más), están en capacidad y disponibilidad para dedicarse a la producción de bienes y servicios económicos en un determinado momento. Incluye a las personas que trabajan o tienen trabajo (ocupados) y a aquellas que no tienen empleo pero están dispuestas a trabajar (desocupados)”, SIISE - Versión 4.5.

dentro de un sector de la economía, según la clase de bienes o servicios que produce” - SIISE - V 4.5). Ver Cuadro 35.

Cuadro 35.

Ramas de Actividad

<b>Ramas de Actividad</b>	
<b>A</b>	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura
<b>B</b>	Pesca
<b>C</b>	Explotación de minas y canteras
<b>D</b>	Industrias manufactureras
<b>E</b>	Suministros de electricidad, gas y agua
<b>F</b>	Construcción
<b>G</b>	Comercio al por mayor y al por menor
<b>H</b>	Hoteles y restaurantes
<b>I</b>	Transporte, almacenamiento y comunicaciones
<b>J</b>	Intermediación financiera
<b>K</b>	Actividades inmobiliarias, empresariales
<b>L</b>	Administración pública y defensa
<b>M</b>	Enseñanza
<b>M</b>	Actividades de servicios sociales y de salud
<b>O</b>	Otras actividades comunitarias sociales
<b>P</b>	Hogares privados con servicio doméstico
<b>Q</b>	Organizaciones y órganos extraterritoriales
<b>R</b>	No declarado
<b>S</b>	Trabajador nuevo

**Fuente:** INEC

**Elaboración:** UTC

Al interior de la subcuenca, mediante información proporcionada por el VI Censo de Población del año 2001, se calculó que la PEA total de la zona de estudio es de 278.377 hab., es decir el 43% de la población total (647835 hab.), este dato

pertenece a la población de los cantones que se encuentran en los Cuadros 36., 37.

En el Mapa 9. y Mapa 10. se representa la PEA a nivel de Provincia (sólo los cantones de cada provincia que se encuentran al interior de la zona de estudio).

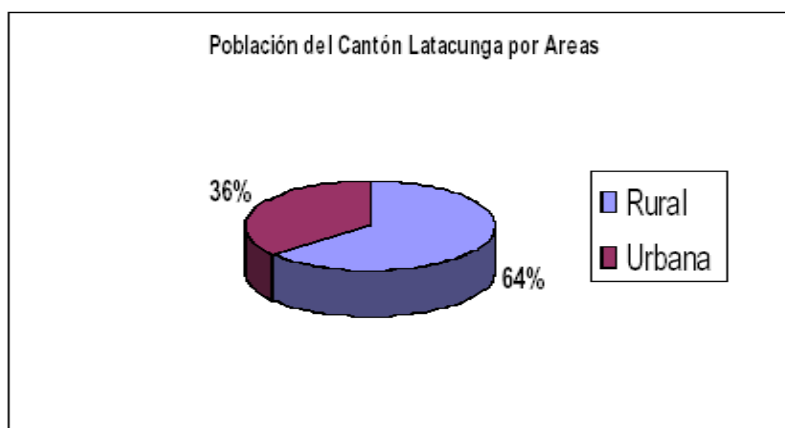
Gran parte de ésta población está distribuida en el paisaje Fondo de Cuenca Interandina, así como también en el de Estribaciones Interiores de la Cordillera Occidental y Oriental, los demás paisajes Sierra Alta y Fría, Vertientes Exteriores de la Cordillera Occidental y Oriental y Edificios Volcánicos, tienen una población menor, debido principalmente a las fuertes condiciones climáticas y topográficas que presentan.

A continuación el análisis de la PEA por provincia y por cantón:

### **CANTÓN LATACUNGA**

La PEA está asentada únicamente en el área que corresponde a un ecosistema antropizado, que es el 61% de la superficie de este cantón. Es así que, éste ecosistema se caracteriza por la dominancia de tierras dedicadas a la agricultura extensiva (cultivos asociados de piso templado) para subsistencia y comercio local, seguido por pastos utilizados para la ganadería extensiva y finalmente plantaciones forestales destinadas a la extracción de madera.

La población económicamente activa es de 58884 hab. de los cuales el 36% (21082 hab.) pertenece al área urbana y el 64% (37802 hab.) al área rural.



En el área rural, donde hombres y mujeres se dedican en gran parte a la rama de actividad relacionada con la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, llegando a un 53% (20.858 hab), seguidas por el Comercio al por mayor y al por menor, con un 16,4% (3856 9510 hab.), los servicios personales y sociales el 16% (9510 hab), las actividades: Industrias manufactureras, donde trabaja el 12 13,1% (4574 7579 hab.), y la Construcción, actividad a la que se dedica en su mayoría la población masculina, con un 7 6% (2779 3469 hab.); a las demás actividades, como: Enseñanza, Transporte, almacenamiento y comunicaciones, Otras actividades comunitarias y sociales, Hogares privados con servicio doméstico, entre otras, se dedica el 16% del total de la PEA rural del cantón.

Mientras que, la población económicamente activa del área urbana, se dedica principalmente a la actividad del Comercio al por mayor y al por menor, con un 22% (4739 hab.), seguida por las actividades: Industrias manufactureras, con el 14% (3035 hab.), Enseñanza, un 10% (2156 hab.), Administración pública y

defensa, un 9% (1818 hab.); las demás ramas de actividad concentran al 44% del total de la PEA urbana de este cantón. Ver Cuadro 36.

## **CANTÓN SAQUISILÍ**

El ecosistema antropizado de este cantón, donde la PEA desarrolla sus actividades, se caracteriza por la dominancia de tierras dedicadas a cultivos asociados con pasto, y en segunda instancia, por cultivos asociados altoandinos.

El área antropizada corresponde al 66% de la superficie total del cantón. La PEA, por otro lado, es de 8527 hab., de los cuales el 26% (2225 hab.) pertenece al área urbana y el 74% (6302 hab.) al área rural.

En la PEA del área rural, tanto los hombres como las mujeres se dedican mayoritariamente a la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, llegando a un 68% (4298 hab.). Otras actividades de importancia son: Comercio al por mayor y menor, que alcanza un 12% (725 hab.), Construcción con un 7% (442 hab.), Transporte, almacenamiento y comunicaciones con un 4% (212 hab.) e industrias manufactureras con 3% (190 hab.).

En cuanto a la PEA urbana, la principal actividad es la del Comercio al por mayor y menor que ocupa a un 28% de los habitantes (619). La segunda en importancia es la agricultura, ganadería, caza y silvicultura con un 18% (403 hab.). Existen también las actividades de: Transporte, almacenamiento y comunicaciones con un 9% (196 hab.), Enseñanza con 9% (191 hab.) e Industrias manufactureras con un

8% (171 hab.). Las demás ramas de actividad concentran el 28 % restante de la PEA urbana de Saquisilí. Ver Cuadro 36.

## **CANTÓN SALCEDO**

Las tierras son ocupadas principalmente en asociaciones cultivos/pastos y en segunda instancia en cultivos asociados a plantaciones forestales. Le siguen en importancia los cultivos asociados de piso templado.

En la PEA del área rural, es predominante la actividad de agricultura, ganadería, caza y silvicultura, que llega al 65% (11252 hab.). En segunda instancia, se practican las siguientes actividades: Construcción con 10% o 1705 hab., Comercio al por mayor y menor con 6% o 1040 hab. e Industrias manufactureras con 978 o el 6%.

En cuanto a la PEA urbana, la principal actividad es la del Comercio al por mayor y menor que ocupa a un 23% de los habitantes (875). Le siguen la industria manufacturera que alcanza un 13% (503 hab.). A continuación: Agricultura, ganadería, caza y silvicultura con un 9% (358 hab.), Enseñanza con 9% (350 hab.), Transporte, almacenamiento y comunicaciones con un 8% (328 hab.). Las demás ramas de actividad concentran el 38% restante de la PEA urbana. Ver Cuadro 36.

Cuadro 36.

PEA por rama de actividad de los cantones de la Provincia de Cotopaxi



PEA POR RAMA DE ACTIVIDAD DE LOS CANTONES AL INTERIOR DE LA SUBCUENCA DEL RIO PATATE PROVINCIA DE COTOPAXI							
RAMA DE ACTIVIDAD	CANTONES						TOTAL
	LATACUNGA		SAQUISILÍ		SALCEDO		
	URBANA	RURAL	URBANA	RURAL	URBANA	RURAL	
A. Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	1432	19856	403	4298	358	11252	37599
B. Pesca	3	5	—	—	1	3	12
C. Explotación de minas y canteras	65	166	3	6	18	78	336
D. Industrias manufactureras	3035	4574	171	190	503	978	9451
E. Suministros de electricidad, gas y agua	115	41	0	1	11	18	186
F. Construcción	698	2779	58	442	140	1705	5822
G. Comercio al por mayor y al por menor	4739	3856	619	725	875	1040	11854
H. Hoteles y restaurantes	666	277	28	7	150	115	1243
I. Transporte, almacenamiento y comunicaciones	1665	1727	196	212	328	605	4733
J. Intermediación financiera	221	28	2	0	24	12	287
K. Actividades inmobiliarias, empresariales	546	242	32	18	90	73	1001
L. Administración pública y defensa	1818	872	114	30	218	185	3237
M. Enseñanza	2156	425	191	72	350	212	3406
N. Actividades de servicios sociales y de salud	630	181	29	28	103	105	1076
O. Otras actividades comunitarias sociales	846	897	154	102	188	288	2475
P. Hogares privados con servicio doméstico	571	924	65	66	115	278	2019
Q. Organizaciones y órganos extraterritoriales	—	1	—	—	—	1	2
R. No declarado	1707	817	141	95	323	300	3383
S. Trabajador nuevo	169	134	19	10	25	53	410
TOTAL	21082	37802	2225	6302	3820	17301	88532

Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

Elaboración: Equipo de trabajo - Pastaza

## CANTÓN AMBATO

La Población Económicamente Activa (PEA) del cantón, se localiza en el ecosistema antropizado (40%), en el cual independientemente de las actividades que se realizan, ha sido el medio más adecuado para impulsar actividades económicas que ayuden al desarrollo productivo de las poblaciones insertas en el mismo. Las áreas agropecuarias bordean las 45000 Ha. equivalentes al 41% de la superficie total del cantón y a la totalidad del ecosistema antropizado. Las áreas que se encuentran al interior de este ecosistema con frecuencia tienen un uso para la agricultura extensiva para subsistencia y comercio local, ganadería intensiva y extensiva, conservación, agricultura intensiva y extensiva.

La Población Económicamente Activa en el cantón, está comprendida por 127889 habitantes de los cuales 66317 hab. que comprenden el 52% se localiza en el área urbana, mientras que, 61572 hab. (48%) en el área rural.

Entre las principales ramas de actividades a las cuales los habitantes del área urbana se dedican están principalmente el comercio al por mayor y al por menor 30% (19611 hab.), la industria manufacturera 20% (13402 hab.), la Enseñanza 8% (5034) Y el Transporte, almacenamiento y comunicaciones 6% (3677); y mientras que, en el área rural las principales ramas de actividades por cantidad de habitantes practicada se encuentra en primer lugar la agricultura, ganadería, caza y silvicultura 44% (26862), seguido por las Industrias manufactureras 20% (12270), Comercio al por mayor y al por menor 13% (7844), y finalmente transporte, almacenamiento y comunicaciones 4% (2311). Ver Cuadro 37.

## **CANTÓN PÍLLARO**

La Población Económicamente Activa (PEA) del cantón se localiza en el ecosistema antropizado, las áreas agropecuarias bordean las 15692,70 Ha. equivalentes al 37% de la superficie total del cantón y a la totalidad del ecosistema antropizado, estas distribuidas al interior del ecosistema, con frecuencia tienen un uso para ganadería y agricultura extensiva para subsistencia y comercio local, ganadería intensiva y extensiva, agricultura intensiva y extensiva.

La Población Económicamente Activa en el cantón, está comprendida por el 44% (15285) habitantes; de éste porcentaje 2685 que comprenden el 18% se localiza en el área urbana, mientras que 12600 hab. (82%) en el área rural.

Entre las principales ramas de actividades a las cuales los habitantes del área urbana se dedican, están principalmente el comercio al por mayor y al por menor, la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, la industria manufacturera y la enseñanza.

En el sector rural las principales ramas de actividades por cantidad de habitantes practicada, se encuentra en primer lugar la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, a esta rama de actividad se dedican el 65% (8238 hab.) de la PEA del área, seguido por el comercio al por mayor y al por menor (7%), las Industrias manufactureras (5%) y al final otras actividades comunitarias sociales. Ver Cuadro 37.

### **CANTÓN TISALEO**

La PEA del cantón se localiza en las áreas que con frecuencia tienen un uso para la agricultura extensiva para subsistencia y comercio local (48%) y ganadería extensiva (45%); en cuanto a las áreas que aún pueden ser conservadas sólo representan el 4% y otras un 3%.

La Población Económicamente Activa en el cantón, está comprendida por 4950 habitantes correspondientes al 47% de la población total del cantón; de este porcentaje 475 hab. correspondientes al 10% se localiza en el área urbana, mientras que 4475 hab. (90%) en el área rural.

Entre las principales ramas de actividades a las cuales los habitantes del área urbana se dedican está principalmente la agricultura, ganadería, caza y silvicultura (33%), industria manufacturera (29%), la construcción (13%). Mientras que, en el área rural las principales ramas de actividades por cantidad de habitantes practicada se encuentra en primer lugar la agricultura, ganadería, caza y silvicultura (63%), seguido por las Industrias manufactureras (17%), Construcción (6%), y actividades no declaradas que comprenden el 4%. Ver Cuadro 37.

## **CANTÓN MOCHA**

La Población Económicamente Activa del cantón, se localiza en las áreas en las cuales la población se dedica a diferentes ramas de actividades. En este paisaje, con frecuencia hay un uso de ganadería intensiva y extensiva (35%), agricultura extensiva para subsistencia y comercio local (26%) y ganadería extensiva y agricultura extensiva para subsistencia y comercio local (24%); mientras que solo el 15% del cantón tiene aún áreas que posibiliten su conservación.

La Población Económicamente Activa en el cantón, está comprendida por 2760 habitantes correspondientes al 43% de la población total del cantón; de este porcentaje 439 hab. Correspondientes al 16% se localiza en el área urbana, mientras que 2321 hab. (84%) en el área rural.

Entre las principales ramas de actividad a las cuales los habitantes del área urbana se dedican, está principalmente la agricultura, ganadería, caza y

silvicultura (56%), seguido del comercio al por mayor y menor (9%) y la industria manufacturera (7%); mientras que, en el área rural las principales ramas de actividad por cantidad de habitantes practicada, se encuentra en primer lugar la agricultura, ganadería, caza y silvicultura (64%), seguido por las Industrias manufactureras (13%), Comercio al por mayor y menor (7%). Ver Cuadro 37.

## **CANTÓN QUERO**

La PEA se localiza en el paisaje antropizado, el cual ha sido el medio más adecuado para impulsar actividades económicas que ayuden al desarrollo productivo de las poblaciones insertas en el mismo. Las áreas que se encuentran de este paisaje con frecuencia tienen un uso para la ganadería extensiva y agricultura extensiva para subsistencia y comercio local.

La Población Económicamente Activa en el cantón, está comprendida por 8120 habitantes correspondientes al 45% de la población total del cantón; de este porcentaje 889 hab. correspondientes al 11% se localiza en el área urbana, mientras que 7231 hab. (89%) en el área rural.

Entre las principales ramas de actividades a las cuales los habitantes del área urbana se dedican está principalmente la agricultura, ganadería, caza y silvicultura (26%), Comercio al por mayor y menor (20%), industria manufacturera (14%), y por último las actividades de transporte, almacenamiento y comunicaciones (7%).

En el área rural las principales ramas de actividades por cantidad de habitantes practicada se encuentra en primer lugar la agricultura, ganadería, caza y silvicultura (83%), seguido por las Industrias manufactureras y otras actividades comunitarias sociales que representan el 3% de las actividades de la PEA, y apenas el 2% se dedican a actividades de comercio al por mayor y menor. Ver Cuadro 37.

### **CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO**

Es un cantón en donde las actividades humanas han superado casi la totalidad de los espacios naturales debido a la acelerada deforestación y en general la extracción de los recursos naturales. La PEA se localiza en el ecosistema antropizado, el mismo que corresponde al 68% del total de la superficie de este cantón, las áreas que se encuentran al interior de este ecosistema con frecuencia tienen un uso para la agricultura y ganadería extensiva con fines de subsistencia y comercio local.

La Población Económicamente Activa en el cantón, está comprendida por 22950 que conforman el 47% de la población total del cantón; de esta PEA 3960 hab. que comprenden el 17% se localiza en el área urbana, mientras que 18990 hab. (83%) en el área rural.

Entre las principales ramas de actividades a las cuales los habitantes del área urbana se dedican están principalmente las industrias manufactureras (30%), el comercio al por mayor y al por menor (20%) seguido por la agricultura, ganadería, caza y silvicultura (11%).

En el área rural las principales ramas de actividades son: en primer lugar la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, a esta rama de actividad se dedican el 59% (11181 hab.) de la PEA del sector, seguido por las industrias manufactureras (19%) el comercio al por mayor y al por menor (6%). Ver Cuadro 37.

## **CANTÓN PATATE**

La PEA está asentada en el ecosistema antropizado, este tiene dominancia de tierras dedicadas a la ganadería extensiva, seguido por cultivos utilizados para el comercio local y subsistencia, y asociaciones de estos dos ecosistemas. La PEA alcanza los 5374 hab., de los cuales el 15% (795 hab.) pertenece al área urbana y el 85% (4579 hab.) al área rural.

Lo mencionado anteriormente, se puede corroborar con la información sobre la población económicamente activa del área rural (ver Cuadro 37.), donde hombres y mujeres se dedican en gran parte a la rama de actividad relacionada con la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, llegando a un 81% (3687 hab.), seguidas por las actividades: otras actividades comunitarias sociales, donde trabaja el 4% (161 hab.), industrias manufactureras, con 3% (143 hab.), el comercio al por mayor y menor con un 3% (118 hab.) y la construcción, actividad a la que se dedica en su mayoría la población masculina, con un 3% (118 hab.); a las demás actividades, como: Hogares privados con servicio doméstico, transporte, almacenamiento y comunicaciones, Administración pública y defensa, entre otras, se dedica el 6% del total de la PEA rural del cantón.

Debido a que Patate es un cantón eminentemente agrícola, la población económicamente activa del área urbana, también se dedica a la actividad de agricultura, ganadería, caza y silvicultura, alcanzando un 25% (199 hab.), seguida por las actividades: Comercio al por mayor y menor, con un 15% (117 hab.), Industrias manufactureras, con el 11% (88 hab.), Enseñanza, un 9% (69 hab.), transporte, almacenamiento y comunicaciones, un 8% (62 hab.); las demás ramas de actividad concentran el 32% restante de la PEA urbana de este cantón.

## **CANTÓN CEVALLOS**

Tiene un predominio de ecosistema antropizado, es decir el 99% de la superficie total de este cantón pertenece a este ecosistema donde se desarrollan las actividades económicas de la población. Se caracteriza por la dominancia de tierras dedicadas a cultivos asociados de piso templado, seguido por asociaciones cultivos/pastos. La PEA alcanza los 2517 hab., de los cuales el 32% (810 hab.) pertenece al área urbana y el 68% (1707 hab.) al área rural.

En la PEA del área rural, hombres y mujeres se dedican en gran parte a la rama de actividad relacionada con la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, llegando a un 40% (690 hab.), seguidas por las actividades: industrias manufactureras, donde trabaja el 22% (369 hab.), Transporte, almacenamiento y comunicaciones, con un 13% (218 hab.) y Comercio al por mayor y menor, que alcanza un 10% (167 hab.).



En cuanto a la PEA urbana, la principal actividad es la Industria Manufacturera, que cuenta con un 22% (175) de personas que trabajan en esta rama. Le sigue la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, con un 19% (151 hab.), y luego las actividades de Comercio al por mayor y menor, con un 16% (135 hab.), y Transporte, almacenamiento y comunicaciones, un 14% (116 hab.). Las demás ramas de actividad concentran el 29 % restante de la PEA urbana de este cantón. Ver Cuadro 37.

Cuadro 37.

PEA por rama de actividad de los cantones de la Provincia de Tungurahua

RAMA DE ACTIVIDAD	AMBATO		STG. DE PÍLLARO		TISALEO		MOCHA		QUERO		PELILEO		PATATE		CEVALLOS		TOTAL
	URB.	RUR.	URB.	RUR.	URB.	RUR.	URB.	RUR.	URB.	RUR.	URB.	RUR.	URB.	RUR.	URB.	RUR.	
A. Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	2168	26862	422	8238	156	2797	247	1488	231	6109	453	11181	199	3687	151	690	65079
B. Pesca	20	4	—	5	—	—	1	—	—	—	—	1	—	5	—	—	36
C. Explotación de minas y canteras	132	83	10	29	3	6	—	—	5	—	3	19	1	—	2	3	296
D. Industrias manufactureras	13402	12270	421	867	136	783	29	310	125	210	1189	3530	88	143	175	369	34047
E. Suministros de electricidad, gas y agua	257	73	12	22	—	2	—	3	1	1	4	10	6	4	—	2	397
F. Construcción	2470	3805	118	890	10	102	11	50	42	92	95	797	17	118	17	53	8687
G. Comercio al por mayor y al por menor	19611	7844	507	673	64	274	39	154	179	176	777	1214	117	127	135	167	32058
H. Hoteles y restaurantes	1643	449	59	29	4	8	3	11	8	11	58	41	16	17	14	3	2374
I. Transporte, almacenamiento y comunicaciones	3677	2311	196	481	8	114	16	64	60	86	335	575	62	50	116	218	8369
J. Intermediación financiera	810	90	19	5	1	4	—	—	3	1	5	3	2	2	—	—	945
K. Actividades inmobiliarias, empresariales	2088	495	53	45	1	12	8	9	12	11	39	59	14	12	12	10	2880
L. Administración pública y defensa	2751	1111	138	119	12	35	14	20	35	24	118	157	58	25	24	30	4671
M. Enseñanza	5034	940	278	223	15	22	9	19	37	31	327	190	69	67	30	15	7306
N. Actividades de servicios sociales y de salud	1749	366	73	44	3	7	9	18	14	13	64	46	20	18	13	9	2466
O. Otras actividades comunitarias sociales	2834	1504	142	492	33	58	19	65	59	221	147	432	42	161	46	16	6271
P. Hogares privados con servicio doméstico	2232	1192	49	217	4	59	7	43	11	93	74	298	17	82	20	40	4438
Q. Organizaciones y órganos extraterritoriales	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
R. No declarado	5084	1959	180	198	24	182	23	65	62	144	261	379	64	59	53	71	8808
S. Trabajador nuevo	349	214	8	23	1	10	4	2	5	8	11	58	3	2	2	11	711
<b>TOTAL</b>	<b>66317</b>	<b>61572</b>	<b>2685</b>	<b>12600</b>	<b>475</b>	<b>4475</b>	<b>439</b>	<b>2321</b>	<b>889</b>	<b>7231</b>	<b>3960</b>	<b>18990</b>	<b>795</b>	<b>4579</b>	<b>810</b>	<b>1707</b>	<b>189845</b>

Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

#### 4.7.3. Nivel de Instrucción de la Población

Para realizar el análisis de educación de la población al interior de la subcuenca, se tomó en cuenta el indicador de nivel de instrucción a nivel cantonal, para lo cual fue necesario consultar los datos estadísticos proporcionados por el INEC en el último Censo de Población y Vivienda del año 2001. (Ver Cuadro 40.)

El nivel de instrucción, ...“se refiere al nivel más alto de instrucción que asisten o asistieron las personas, dentro del sistema tradicional o sistema actual de enseñanza, sea este Centro de Alfabetización, Primario, Secundario, Educación Básica, Educación Media, Ciclo Post – Bachillerato, Superior y Postgrado”<sup>6</sup>.

Cuadro 40.

Nivel de Instrucción de la Población

NIVEL DE INSTRUCCIÓN DE LA POBLACIÓN DE LOS CANTONES QUE SE HALLAN AL INTERIOR DE LA SUBCUENCA										
PROVINCIA	CANTÓN	NIVEL DE INSTRUCCIÓN							TOTAL NIV. INSTRUC.	TOTAL POB. CANTÓN
		Ninguno	Alfabetiz.	Primario	Secundario	Superior	Postgrado	Ignora		
Cotopaxi	Latacunga	12912	771	56891	27227	11448	371	278	109898	143979
	Saquisilí	2990	377	9401	2467	762	15	48	16060	20815
	Pujilí*	293	25	2039	1693	1176	51	12	5289	6815
	Salcedo	5623	376	24279	7101	2347	56	62	39844	51304
Tungurahua	Ambato	18923	1956	110183	54866	31645	1729	666	219968	287282
	Píllaro	3641	241	16785	4845	1701	42	71	27326	34925
	Tisaleo	643	63	6206	1226	235	11	17	8401	10525
	Mocha	405	33	3679	959	188	6	5	5275	6371
	Quero	1711	194	10438	1517	312	4	22	14198	18187
	Pelileo	3786	405	25346	6431	2192	66	75	38301	48988
	Patate	1027	102	5387	1683	411	13	24	8647	11771
	Cevallos	320	14	3445	1247	399	16	5	5446	6873
<b>TOTAL</b>		<b>52274</b>	<b>4557</b>	<b>274079</b>	<b>111262</b>	<b>52816</b>	<b>2380</b>	<b>1285</b>	<b>498653</b>	<b>647835</b>

\* Datos que corresponden sólo a la Cabecera cantonal

Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

Elaboración: U.T.C.

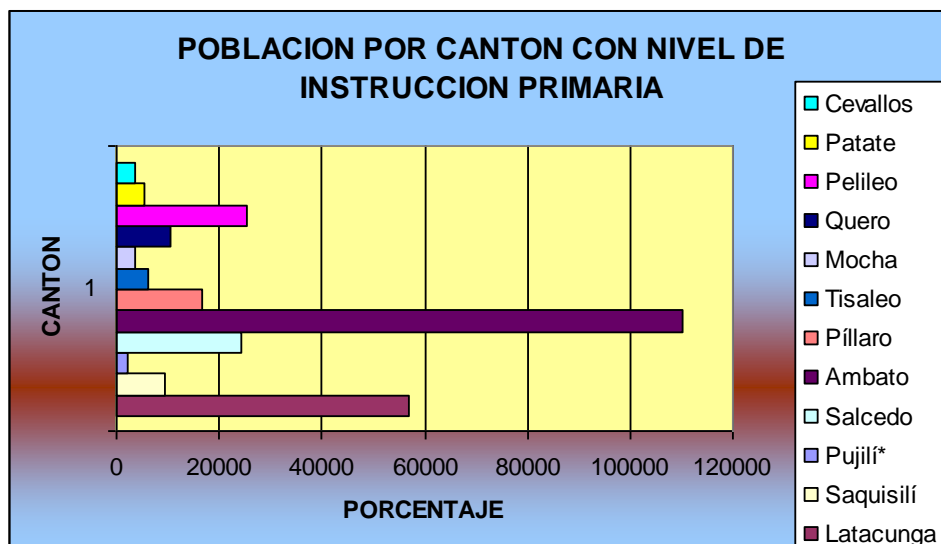
<sup>6</sup> Conceptos y Definiciones básicos utilizados en el Censo de Población – INEC.

De la población total de la subcuenca 647.835 hab., el 69% (445094 hab.) corresponde a la población que tiene un nivel de instrucción primaria, secundaria, superior, postgrado y aquellos que asisten a algún Centro de alfabetización, el 8% (52270 hab.) de la población de la subcuenca no tiene ningún nivel de instrucción y un 0,20% pertenece a la población que lo ignora.

Continuando con este análisis, la población con instrucción primaria suma 274.079 hab., que significa el 42% de la población total de la subcuenca; siendo así, y según el Gráfico 15., se observa que al interior de la subcuenca, el cantón Ambato en comparación con los demás cantones, tiene un número mayor de población con instrucción primaria, 40% (110183 hab.), seguido por el cantón Latacunga tiene el 21% (56891 hab.), los cantones Salcedo y San Pedro de Pelileo que tienen cada uno el 9% (24279 hab. y 25346 hab. respectivamente), los demás cantones de la subcuenca tienen un número menor de población con nivel de instrucción primaria, la misma que suma el 20% (55341 hab.), el 0,74% (2039 hab.) corresponde a los datos a nivel de cabecera cantonal, por presentar sólo una parte de su superficie al interior de la subcuenca, como es el cantón Pujilí, que al no ser considerados los datos a nivel de cantón, no pueden ser sujeto de comparación.

Gráfico 15.

Población por cantón con Instrucción Primaria



\* Datos que corresponden sólo a la Cabecera cantonal

Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

Elaboración: Alumnos U.T.C.

La población con instrucción secundaria está conformada por 111262 hab., que representa al 17% del total de la población de la subcuenca, gran parte de la población que tiene un nivel de instrucción secundaria se encuentra en los cantones Ambato, con el 49% (54866 hab.), y en el cantón Latacunga, con el 24% (27227 hab.); los otros cantones de la subcuenca tienen un bajo número de habitantes con nivel de instrucción secundaria, a saber: cantón Saquisilí, Tisaleo, Mocha, Quero, Patate, Cevallos, entre otros, que alcanzan en total el 25%, es decir 27476 hab. La información de la cabecera cantonal citadas anteriormente (Pujilí), corresponde al 2% (1693 hab.). Ver Gráfico 16.

Gráfico 16.

Población por cantón con Instrucción Secundaria



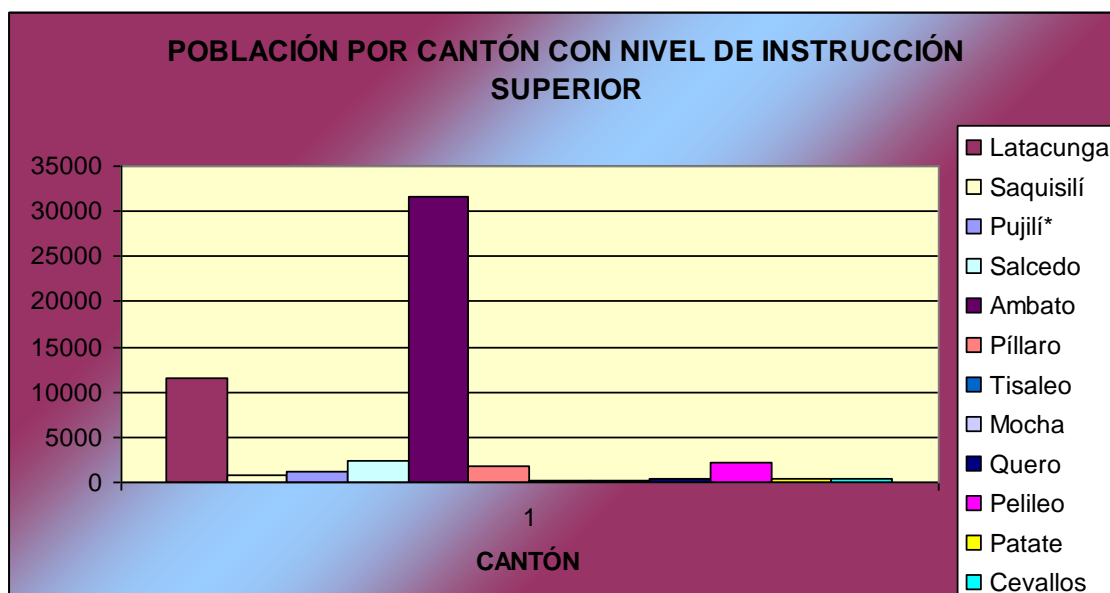
\* Datos que corresponden sólo a la Cabecera cantonal  
**Fuente:** VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001  
**Elaboración:** Alumnos UTC

El nivel de instrucción superior al interior de la subcuenca es bajo, pues lo tienen un total de 52816 habitantes que representan al 8% del total de la población del área de estudio.

Los cantones Ambato, reúnen el 60% de población con este nivel de instrucción, esto es 31645 hab., seguidos por el cantón Latacunga, que tiene un 22% (11448 hab.); los cantones Saquisilí, Salcedo, Santiago de Píllaro, Tisaleo, Mocha, Quero, San Pedro de Pelileo, Patate, entre otros, concentran el 16% (8547 hab.) de población con nivel de instrucción superior. El cantón Pujilí representan el 2% (1176 hab.). Ver Gráfico 17.

Gráfico 17.

Población por cantón con Instrucción Superior



\* Datos que corresponden sólo a la Cabecera cantonal

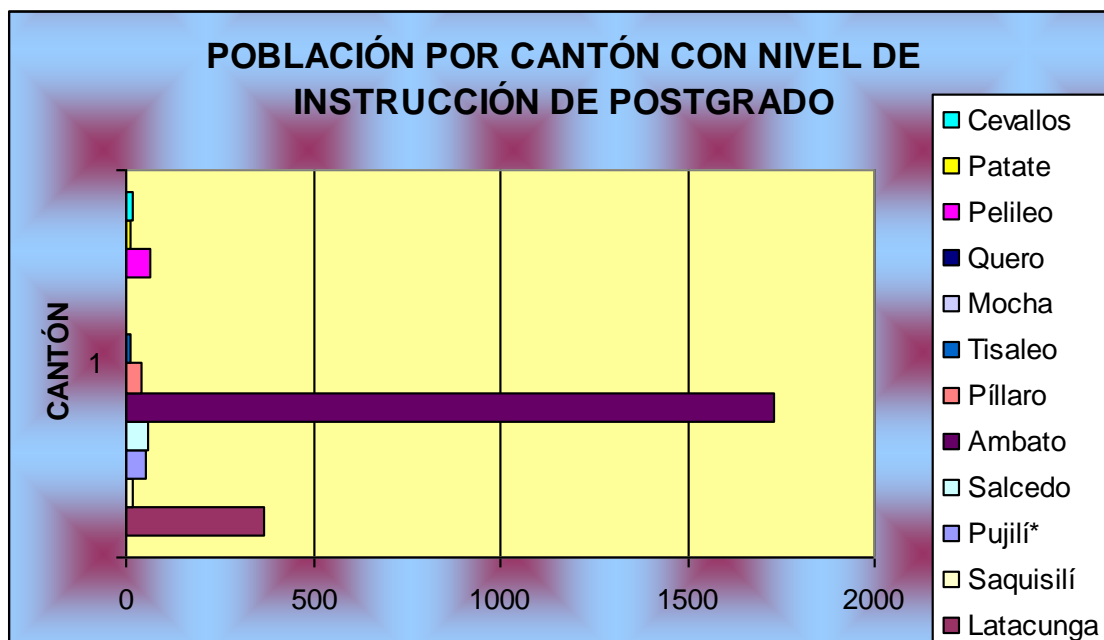
**Fuente:** VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

**Elaboración:** Alumnos UTC

Por otro lado, son 2380 habitantes que tienen postgrado, esto representa únicamente al 0,36% del total de habitantes de la subcuenca, los mismos que se encuentran principalmente en los cantones que cuentan con una mayor cobertura de educación como son: el cantón Ambato 1729 habitantes que representa el 73%, seguido por el cantón Latacunga, con el 16% (371 hab.), los demás cantones tienen el 10% (229 hab.) y, al cantón Pujilí, le corresponde el 2% (51 hab.). Ver Gráfico 18.

Gráfico 18

Población por cantón con Instrucción de Postgrado



\* Datos que corresponden sólo a la Cabecera cantonal

Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

Elaboración: Alumnos UTC.

En la subcuenca, son 4557 hab. que asisten o asistieron a Centros de alfabetización, esto significa un 0,70% del total de habitantes del área de estudio. Del número de habitantes señalado, el 43% (1956 hab.) pertenecen al cantón Ambato, 17% (771 hab.) son del cantón Latacunga y, finalmente, el 18% que significan 1805 hab. corresponden a los cantones restantes, a saber: Saquisilí, Salcedo, Santiago de Píllaro, Tisaleo, Mocha, Quero, San Pedro de Pelileo, Patate, entre otros; el 0,54% (25 hab.) pertenece al cantón Pujilí.



Gráfico 19.

Población por cantón con Nivel de Alfabetización



\* Datos que corresponden sólo a la Cabecera cantonal

Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

Elaboración: Alumnos UTC.

Además, es importante la información sobre la población sin nivel de instrucción, la misma que para este caso es considerable, constituyéndolo 52274 habitantes, que representan un 8% del total de la población de la subcuenca; presentándose de igual forma y de manera significativa en los cantones con mayor número de habitantes, mayor cobertura de educación e infraestructura, como se observa en el Gráfico 20., son: Ambato, con un 36% (18923 hab.); en Latacunga es del 25% (12912 hab.) y el cantón Salcedo tiene el 11% (5623 hab.); el 28% (14523 hab.) que queda corresponde a los demás cantones y el 0,56% (293hab.) pertenece al cantón Pujilí.

Gráfico 20.

Población por cantón sin Nivel de Instrucción



\* Datos que corresponden sólo a la Cabecera cantonal

Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

Elaboración: Equipo de trabajo - Pastaza

#### 4.7.4. Vivienda y Servicios Básicos

“La vivienda particular es el local o recinto de alojamiento con acceso independiente, construido, edificado, transformado o dispuesto para ser habitado por una o más personas siempre que en el momento del censo o la encuesta no se utilice totalmente con finalidad distinta. También se consideran como viviendas aquellas móviles e improvisadas y locales no destinados para vivir, que se hallan habitadas en el momento de levantarse la información como barcas, cuevas, carpas, vagones, etc.” (SIISE, versión 4.5)

El análisis de vivienda y servicios básicos en la subcuenca se lo realizó a nivel cantonal, a excepción de la información de Pujilí, cuyos datos son a nivel de

cabecera cantonal, se tomaron en cuenta los datos proporcionados por el V Censo de Vivienda, levantados por el INEC en el año 2001.

Las viviendas en la subcuenca, suman un total de 157405 (ver Cuadro 41.), de las cuales según el tipo de vivienda, existe un 72% (114610) que corresponden a Casas o Villas, seguido por el 11% (17601) que pertenece a Mediaguas, los Departamentos y Cuartos representan un 7% cada uno (11710 y 9937 respectivamente), el 1% (2190) son Chozas y finalmente 0,45% (715) son covachas.

Al concentrar a gran parte de los habitantes de la subcuenca los cantones: Ambato y Latacunga, presentan de igual forma un mayor número de viviendas, como son Ambato con un 46% (72175), y Latacunga que tiene el 21% (33555), del total de viviendas de la subcuenca.

Cuadro 41.

Tipo de Vivienda a Nivel Cantonal

TIPO DE VIVIENDA A NIVEL CANTONAL AL INTERIOR DE LA SUBCUENCA										
PROVINCIA	CANTÓN	TIPO DE VIVIENDA								TOTAL VIVIEN
		Casa o Villa	Depto.	Cuarto	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otra part.	
Cotopaxi	Latacunga	25569	1682	1913	3666	81	132	469	43	33555
	Saquisilí	3340	37	172	673	56	17	246	1	4542
	Pujilí*	1612	46	205	162	—	2	1	7	2035
	Salcedo	9621	241	375	1513	45	67	307	6	12175
Tungurahua	Ambato	46385	9432	6672	8101	175	368	936	106	72175
	Píllaro	8185	77	110	517	22	22	50	3	8986
	Tisaleo	2181	8	25	228	17	19	13	1	2492
	Mocha	1373	12	33	148	3	3	10	2	1584
	Quero	3426	13	44	603	8	11	54	2	4161
	Pelileo	9241	123	283	1446	20	63	91	8	11275
	Patate	2316	17	39	283	29	4	9	2	2699
	Cevallos	1361	22	66	261	1	7	4	4	1726
<b>TOTAL</b>		<b>114610</b>	<b>11710</b>	<b>9937</b>	<b>17601</b>	<b>457</b>	<b>715</b>	<b>2190</b>	<b>185</b>	<b>157405</b>

\* Datos que corresponden sólo a la Cabecera cantonal

Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

Elaboración: U.T.C.

En lo que se refiere a los servicios básicos que tienen las viviendas de la subcuenca (Cuadro 42.), para el cual se tomaron un total de 155370 viviendas (a excepción de 2035 que corresponde a las viviendas de la cabecera cantonal (Pujilí,).

Cuadro 42.

Vivienda y Servicios Básicos a Nivel Cantonal

VIVIENDA Y SERVICIOS BÁSICOS A NIVEL CANTONAL AL INTERIOR DE LA SUBCUENCA							
PROVINCIA	CANTÓN	SERVICIOS BÁSICOS					
		Viviendas	Abastec. de agua	Red de alcantarilla.	Servicio eléctrico	Servicio telefónico	Recolec. de basura
Cotopaxi	Latacunga	33555	30811	15973	30787	9853	12183
	Saquisilí	4542	3980	1143	3719	685	841
	Salcedo	12175	10140	3034	11059	2316	2162
Tungurahua	Ambato	72175	61613	44262	68825	23270	42798
	Stgo. de Pillaro	8986	8215	2730	8197	1036	1701
	Tisaleo	2492	2236	232	2284	277	240
	Mocha	1584	1470	311	1494	190	309
	Quero	4161	3761	705	3767	271	416
	S. Pedro de Pelileo	11275	9836	3245	10287	1166	1904
	Patate	2699	2410	622	2451	252	406
	Cevallos	1726	1408	423	1642	333	544
<b>TOTAL</b>		<b>155370</b>	<b>135880</b>	<b>72680</b>	<b>144512</b>	<b>39649</b>	<b>63504</b>

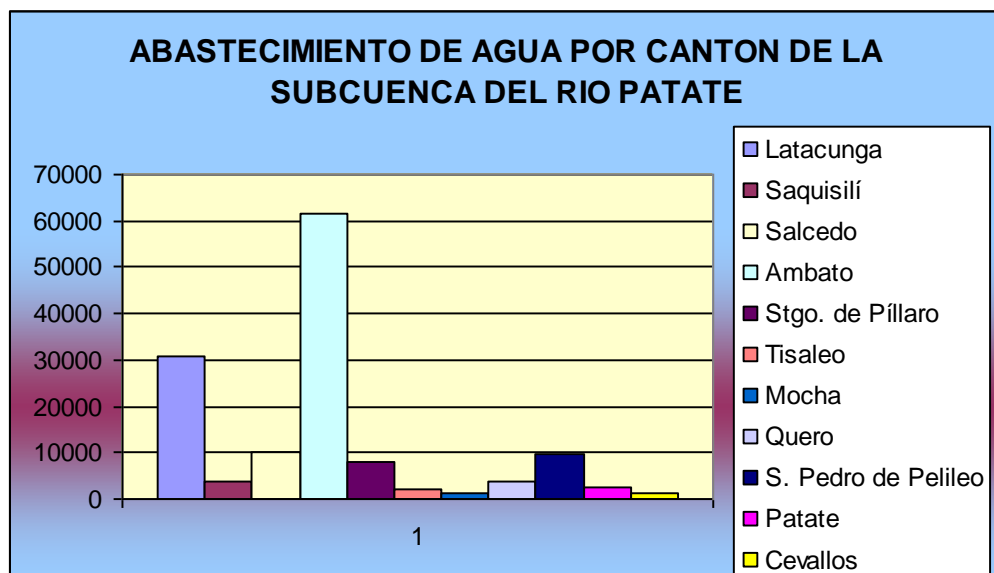
Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

Elaboración: U.T.C.

En lo que se refiere al servicio de abastecimiento de agua, recibe un 88% (135880) de viviendas de la subcuenca, los cantones que tiene una mayor cobertura según el Gráfico 21 son el cantón Ambato absorbe el 40% (61613) mientras que el cantón Latacunga 20% (30811), los cantones restantes como Saquisilí, Salcedo. Píllaro, Tisaleo, Mocha, Quero, Pelileo, Patate y Cevallos el 28% (43456)

## Gráfico 21

### Cobertura de Abastecimiento de Agua

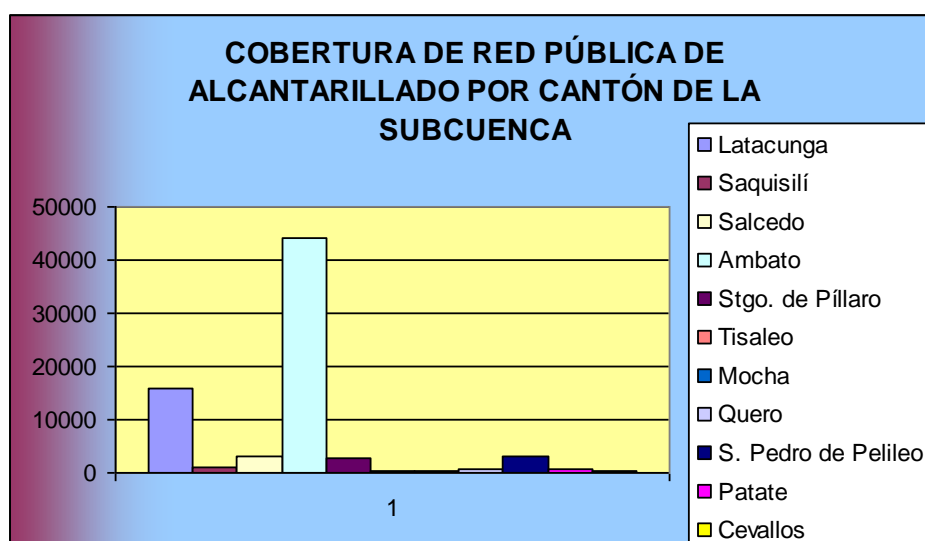


Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001  
Elaboración: U.T.C.

El servicio de red pública de alcantarillado tiene una cobertura del 47% (72680) del total de viviendas de la subcuenca. Entre los cantones con una mayor cobertura de red de alcantarillado (ver Gráfico 22.) se encuentra Ambato con el 28% (44262), el cantón Latacunga con el 10 (15973), entre los cantones que presentan una escasa cobertura de este servicio es Tisaleo 0,14% (232), el resto de los cantones de la subcuenca del Río Patate tiene 8% (12213).

Gráfico 22.

### Cobertura de Red Pública de Alcantarillado

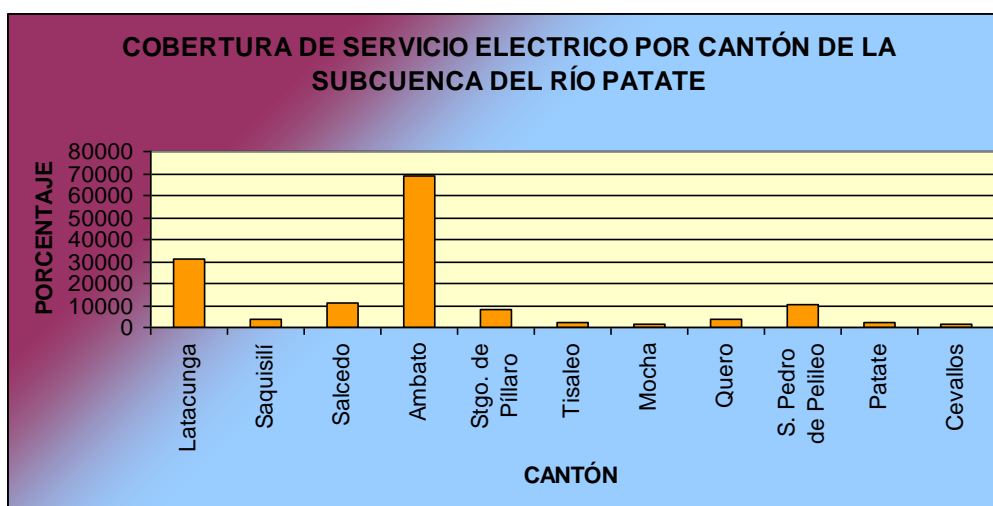


Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001  
Elaboración: U.T.C.

En cuanto al servicio eléctrico, es el que tiene una mayor cobertura en las viviendas del área de estudio, alcanzando un 93% (144512) del total de viviendas de la subcuenca, los cantones que tienen una mayor atención con este servicio son: Ambato 44% (68825), Latacunga 20% (30787), Pelileo 7% (10287), el resto de cantones es 22% (34613). (Ver Gráfico 23.)

Gráfico 23.

### Cobertura de Servicio Eléctrico

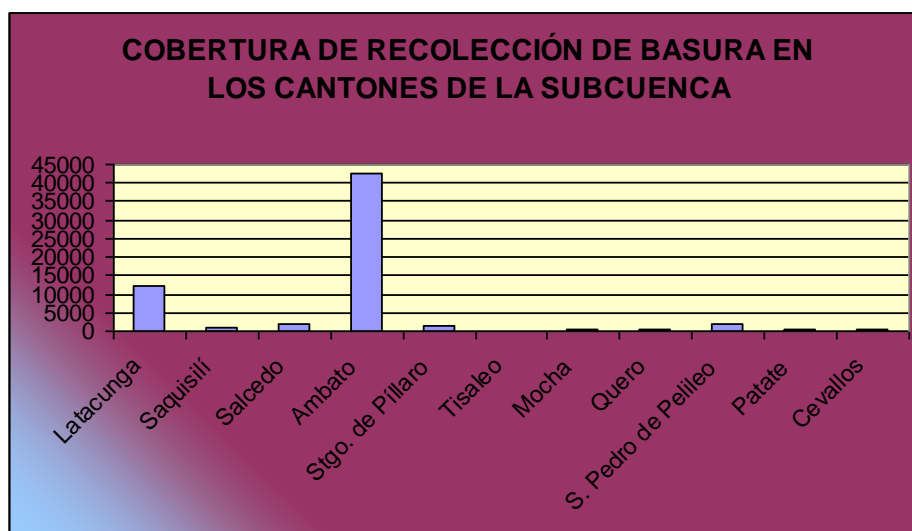


**Fuente:** VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001  
**Elaboración:** Alumnos UTC

Del total de viviendas de la zona de estudio, un 41% (63504) tienen el servicio de recolección de basura, de viviendas que se encuentran al interior de la subcuenca, el 59% no cuentan con el servicio de recolección de basura a través de un carro recolector, sino que eliminan la basura en terrenos baldíos o quebradas, incineración o entierro, entre otras formas de eliminación. El cantón Ambato 28% (42798) es aquel que tienen una mayor cobertura en este servicio; el cantón Latacunga el 8% (12183), por otro lado, los cantones Mocha y Tisaleo, presentan un déficit de este servicio residencial básico menos del 1%, el resto de cantones tiene servicio de recolección de basura del 5% (7974). (Ver Gráfico 24.)

Gráfico 24.

Cobertura de Servicio de Recolección de Basura



**Fuente:** VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001  
**Elaboración:** U.T.C.

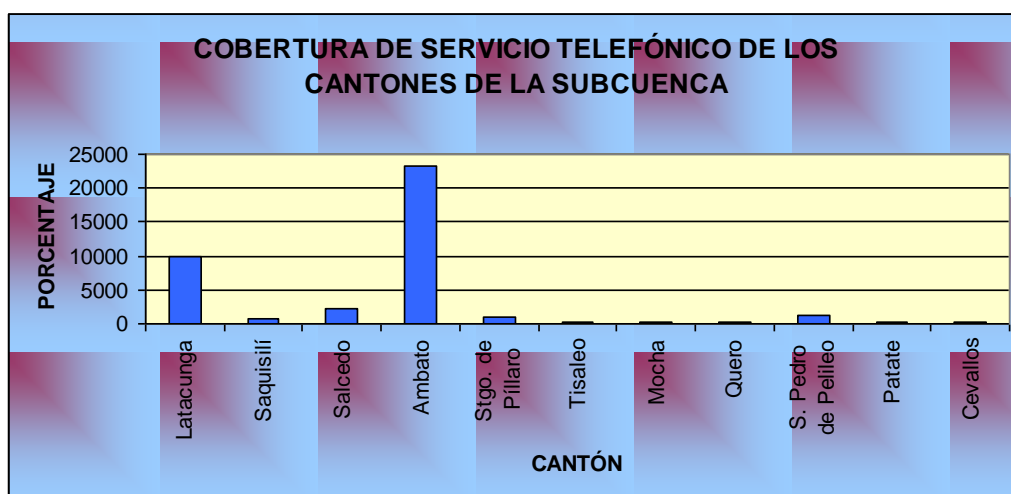
Finalmente, se realizó el análisis de la cobertura del servicio telefónico, en donde a pesar de no contar como un servicio básico, la cobertura en las viviendas de la subcuenca es baja, pues un total de 155370 viviendas, el 26% (39649) tienen el servicio telefónico, existiendo un déficit considerable que alcanza el 74% (115721). Dentro de los cantones que cuentan con una mayor atención de este servicio es Ambato con el 15% (23270), luego el cantón Latacunga con el 6% (9853), mientras que los cantones: Mocha y Patate tienen una menor atención de este servicio (menos del 1% de 442), el resto de cantones cuentan con una cobertura del servicio telefónico del 4% (6084).

Lo mencionado anteriormente, se puede corroborar con la información presentada en el Gráfico 25.



Gráfico 25.

#### Cobertura de Servicio Telefónico



Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001  
Elaboración: Alumnos UTC.

#### 4.7.5. Migración

El indicador de migración es muy importante en nuestro país, pues el mismo incide sobre los flujos de población y la densidad demográfica, se lo considera además, junto con la fecundidad y la mortalidad como uno más de los tres componentes principales del movimiento de la población (SIISE, versión 4.5).

Al hablar de los factores que influyen sobre los flujos migratorios, sin duda el más importante es el económico, aquel que empuja a la población a dejar su lugar de origen con la esperanza de encontrar nuevas oportunidades, de recibir mayores ingresos para mejorar su calidad de vida, es decir se ven casi obligados a buscar su futuro en otro lugar que le brinde mejores condiciones.

De esta manera, al interior de la subcuenca y según el Cuadro 43., la migración alcanza los 18345 hab., esto representa el 2,83% del total de habitantes de la

subcuenca; y además, se observa que la población masculina tiene mayor migración, esto es 10013 hab., que significa el 55% de la población que ha migrado; mientras que, en este indicador son 8332 (45%) que pertenecen a la población femenina.

Cuadro 43.

Migración a Nivel Cantonal

MIGRACIÓN POR CANTÓN EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE					
PROVINCIA	CANTÓN	SEXO		MIG. TOTAL	%
		Hombres	Mujeres		
Cotopaxi	Latacunga	1142	1009	2151	11,72
	Saquisilí	58	46	104	0,56
	Pujilí*	313	236	549	2,99
	Salcedo	841	748	1589	8,66
Tungurahua	Ambato	6209	5114	11323	61,72
	Santiago de Pillaro	352	381	733	3,99
	Tisaleo	130	75	205	1,11
	Mocha	115	79	194	1,05
	Quero	120	113	233	1,27
	San Pedro de Pelileo	456	329	785	4,27
	Patate	161	105	266	1,44
	Cevallos	116	97	213	1,18
	<b>TOTAL</b>	<b>10013</b>	<b>8332</b>	<b>18345</b>	<b>100,00</b>

\* Datos que corresponden sólo a la Cabecera cantonal

Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

Elaboración: Alumnos U.T.C.

Por otro lado, el cantón con mayor número de habitantes que ha migrado es Ambato, alcanzando el 61,72% (11323 hab.), el cantón Latacunga con un 11,72% (2151 hab.) y el cantón Salcedo con el 8,66% (1589 hab.), el resto de cantones de la subcuenca del Río Patate tiene el 14,89% (2733 hab).

En lo que se refiere a la cabecera cantonal, Pujilí, con 2,99% (549 hab.) tienen una considerable migración y de igual forma la mayoría de población es masculina.

#### 4.7.6. Pobreza

En nuestro país el indicador de pobreza es medido a través de las necesidades básicas insatisfechas (NBI), el cual define a un hogar como pobre cuando adolece de carencias persistentes en el acceso a educación, salud, nutrición, vivienda, servicios urbanos y oportunidades de empleo (definición sugerida por la Comunidad Andina). Para el análisis la fuente utilizada fue el SIISE, versión 4.5.

Siendo de esta manera, para la subcuenca, según la fuente investigada, de un total de 647835 hab. son 436918 hab. que representan el 67% del total de habitantes de la subcuenca quienes se encuentran en pobreza por necesidades básicas insatisfechas.

Cuadro 44.

Pobreza a Nivel Cantonal

POBREZA A NIVEL CANTONAL AL INTERIOR DE LA SUBCUENCA			
PROVINCIA	CANTÓN	POBREZA	%
Cotopaxi	Latacunga	92518	21,17
	Saquisilí	40986	9,39
	Pujilí*	22701	5,19
	Salcedo	17518	4,00
Tungurahua	Ambato	154312	35,32
	Santiago de Píllaro	27178	6,22
	Tisaleo	9342	2,14
	Mocha	5262	1,20
	Quero	15791	3,62
	San Pedro de Pelileo	36842	8,44
	Patate	9405	2,15
	Cevallos	5063	1,16
TOTAL		436918	100

\* Datos que corresponden sólo a la Cabecera cantonal

Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, INEC – 2001

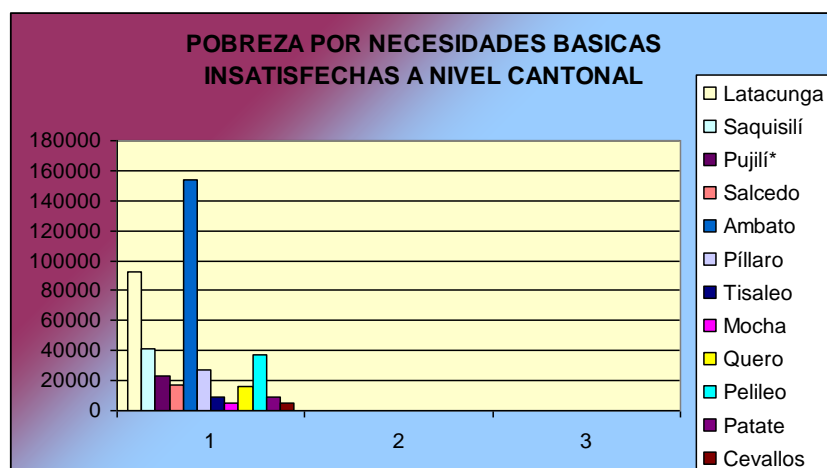
Elaboración: Alumnos U.T.C.

En el Cuadro 44 y Gráfico 27. se observa que, en gran parte de los cantones de la subcuenca existe una alta incidencia de pobreza, el cantón con mayor porcentaje de pobreza es Ambato, alcanzando el 35,32% (154312 hab.), el cantón Latacunga con un 21,17% (92518 hab.) y el cantón Saquisilí con el 9,39% (17518 hab.), el resto de cantones de la subcuenca del Río Patate tiene el 28,93% (126401 hab).

En lo que se refiere a la cabecera cantonal, Pujilí, con 5,1% (22701 hab.) tiene un considerable índice de pobreza

Gráfico 27.

Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas por Cantón



\* Datos que corresponden sólo a la Cabecera cantonal

Fuente: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, versión 4.5

Elaboración: U.T.C.

#### **4.8. *Identificación de Problemas y Limitaciones***

Los seres humanos siguen teniendo un gran impacto en el medio ambiente, la combinación de una población en crecimiento exponencial, la intensificación de la utilización de los recursos naturales del planeta y el deseo humano de modificar en lugar de adaptarse al entorno, puede ser un grave problema la asimilación de la capacidad para que los sistemas naturales se recuperen de ese estrés.

Durante los últimos años, la degradación ambiental ha pasado a ser un tema principal tomando connotaciones que afectan la gobernabilidad y la sustentabilidad de la sociedad en su conjunto.

Los problemas de degradación de suelos, deforestación, sobreexplotación y deterioro de recursos hídricos y pérdida de biodiversidad, dejaron de considerarse como simples datos estadísticos para constituir la causa de numerosos conflictos sociales.

En la última década se ha fortalecido el sistema institucional para la gestión ambiental, principalmente en temas relacionados con los recursos hídricos. Sin embargo, durante este tiempo los problemas ocasionados por la escasez de agua, la disminución de su calidad y el aumento de desastres “naturales”, como inundaciones, se han registrado con mayor frecuencia.

Ante esta situación es inevitable un cambio de modelo en la gestión de los recursos naturales de un enfoque sectorial hacia una visión más integral.

Considerando que los ecosistemas naturales se basan en la interacción continua de todos sus elementos, en el tiempo y en el espacio, es imposible solucionar un problema eco-sistémico manipulando sólo uno de ellos: el agua.

El entendimiento de la dinámica del agua en un territorio pasa por el conocimiento espacial del ciclo hidrológico. Por ello, resulta conveniente utilizar un enfoque de cuenca para entender las interrelaciones entre los recursos naturales (clima-relieve-suelo-vegetación), así como la forma en que se organiza la población para apropiarse de ellos y su impacto en la cantidad, calidad y temporalidad del agua. Este enfoque nos da la posibilidad de evaluar y de explicar las externalidades resultantes de los diferentes usos del suelo.

En la búsqueda de instrumentos de gestión que posibiliten la transversalidad de políticas sectoriales, diversos países han encontrado en el manejo integral de cuencas un instrumento de planeación y de gestión adecuado.

El manejo integral de cuencas no sólo permite la gestión equilibrada de los recursos naturales, sino también la integración de los actores involucrados en una sola problemática en lugar de atender varios problemas sectoriales dispersos. La elaboración de un enfoque integrado que supere la fragmentada visión sectorial es determinante para la optimización del recurso hídrico.

Por su ubicación geográfica, la cuenca del Río Pastaza, es una de las más importantes del país, tanto desde el punto de vista ambiental como económico y político.

Los problemas ambientales de la Cuenca del Río Pastaza están asociados directamente con la acción del hombre en su afán de ampliar las fronteras agrícolas para fines de subsistencia o mejoría económica.

Estas actividades han dado como resultado la alteración y desequilibrio de los ecosistemas naturales de las subcuencas y a la vez esto se traduce en los siguientes problemas y limitaciones:

#### **4.8.1. Problemas**

Los problemas ambientales de la cuenca del Río Patate que afectan a la cantidad de agua se pueden resumir en: Eliminación de la cobertura boscosa, daños a la capacidad reguladora de las cuencas hidrográficas, erosión y pérdida de suelos, expansión descontrolada de centros urbanos, establecimiento de obras de desarrollo sin considerar los otros usos y el impacto al medio ambiente, la falta de planificación de las tierras, presencia del proceso de desertización y contaminación del agua por desechos urbanos e industriales.

- a) Eliminación de la cobertura boscosa.-** Principalmente producida por la deforestación para usos agrícolas o ganaderos y por la explotación de los recursos madereros mediante prácticas de silvicultura. Esto afecta principalmente a la retención del agua en la cuenca, la purificación del aire, la erosión, cambios del clima, eliminación de barreras naturales, la pérdida de hábitats para animales y la pérdida del suelo.

De esto, la erosión es uno de los problemas más críticos, ya que reduce la capacidad productiva de los suelos, incrementa la carga de sedimentos de los cauces, altera el ciclo hidrológico y afecta el régimen de escurrimiento. Sus causas principalmente son:

**b) Daños a la capacidad reguladora de las cuencas hidrográficas.-**

Estos problemas han ocasionado la acentuación del régimen fluvial, que se manifiesta en el aumento de la frecuencia y magnitud de las crecientes y en la presencia de estiajes con persistencia de caudales bajos.

Estos daños se han generado en gran medida por el mal manejo en las partes altas de la cuenca, que generan deterioro del ecosistema en las partes bajas. Considerando que la cuenca es un ecosistema, se debe ejecutar un manejo de manera integral.

Es importante considerar el caso específico de la disminución del espesor del casquete glaciar del Cotopaxi, que se calcula en unos 300 metros en la última década, lo cual podría implicar su completa desaparición antes de doce años y que podría conllevar serios cambios dentro de la subcuenca del Río Patate y su capacidad reguladora.

El Volcán Tungurahua, con su actividad sísmica periódica en los últimos años, es un elemento a considerar dentro de este ecosistema, por los



efectos adversos que se han producido principalmente en el suelo y en el ambiente, por la caída de cenizas y piroclastos.

- c) Erosión y pérdida de suelos.-** Debido a que el agua y el viento normalmente arrastran la capa superficial de la tierra hasta el mar, se produce la erosión hídrica y eólica.

Por otro lado la acción antrópica ejerce una aceleración en la pérdida de suelos fértiles por la destrucción de la cubierta vegetal, producto de malas técnicas de cultivo, sobrepastoreo, quema de vegetación o tala del bosque. Las prácticas productivas sin criterios de protección, contribuyen en gran medida a que este problema se agrave cada día más.

- d) Expansión descontrolada de centros urbanos.-** Se habla de expansión urbana descontrolada cuando la tasa de cambio del uso del suelo supera la tasa de crecimiento demográfico.

El crecimiento de las ciudades requiere más infraestructuras de transporte y conlleva un mayor consumo de energía y una incesante ocupación de suelo. Estos factores van en detrimento del medio ambiente y aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero.

Entre las consecuencias cabe mencionar el cambio climático y una mayor contaminación del aire y acústica. Así, la expansión urbana

descontrolada afecta directamente a la calidad de vida de la población que vive en las ciudades o cerca de ellas.

- e) **Establecimiento de obras de desarrollo sin considerar los otros usos y el impacto al medio ambiente.-** Es necesario no sólo crear conciencia de la importancia de contar con un estudio de impacto ambiental previo a la construcción de una infraestructura, uso de tecnología y otras acciones que conlleven al desarrollo, sino establecer políticas de estado claras que permitan una gestión del desarrollo de manera sustentable.
- f) **La falta de planificación de las tierras.-** Provocada principalmente por la falta de un ordenamiento territorial y un adecuado estudio de expansión de zonas urbanas, que permita planificar el uso de la tierra y simular las directrices de crecimiento poblacional.
- g) **Presencia del proceso de desertización.-** Se ha producido por diversos factores: unos de origen natural, como la escasez de lluvias, principalmente, y otros, más intensos y agresivos, ocasionados por el hombre, entre los que cabe destacar la deforestación que se ha producido en esta subcuenca, la pérdida de vegetación, la sobreexplotación agrícola y el pastoreo excesivo del ganado.
- h) **Contaminación del agua por desechos urbanos e industriales.-** Los problemas ambientales que afectan a la calidad del agua en la cuenca

del Río Patate son: el crecimiento demográfico, la industrialización y la modernización de la agricultura. En el país, la ausencia de regulaciones, de monitoreo y control seguro para el uso de plaguicidas e insecticidas, herbicidas y otros materiales tóxicos, hace que este constituya un serio problema para muchos cuerpos de agua, un riesgo para la salud humana y para la economía del país.

La contaminación del agua de los ríos Cutuchi y Ambato, que es utilizada para riego, afecta fundamentalmente a la salud pública. Los niveles de mortandad y morbilidad de la población afectada, son más altos que el promedio nacional.

Por otro lado la contaminación biológica por coliformes es un problema que afecta a la calidad de agua en la cuenca del Río Patate, el problema es el lavado de frutas y vegetales ya cosechadas con el agua contaminada de los canales Latacunga-Salcedo-Ambato y Jiménez-Cevallos, antes de mandarlos al mercado.

Las actividades industriales como la producción de textiles y curtiembres usualmente usan lejía (hidróxido de sodio; NaOH) y ésta pueden incrementar el pH y conductividad de aguas superficiales.

La salinidad es muy variable en la cuenca del río Patate, sobre todo en algunas áreas agrícolas, en particular de floricultura (86 florícolas).

Además se ha detectado concentraciones elevadas de amonio en varios sitios, superando los límites ecuatorianos (0.05 mg/L) para agua potable en muchos casos (24 de 38 de los sitios).

El fósforo es un macro-nutriente inorgánico necesario para el crecimiento de plantas y animales. Durante este estudio, las concentraciones más altas de fósforo total en la cuenca del Río Patate fueron medidas en áreas agrícolas y en las canales de descarga de aguas servidas.

Otro factor importante es la presencia de metales pesados en la cuenca del Río Patate, donde se puede encontrar *Aluminio*, *Arsénico*, *Cromo*, *Manganeso*, *Niquel*, *Selenio* entre otros, fueron los metales con mayores concentraciones.

Arsénico es un compuesto encontrado en productos y procesos usados en la industria agrícola, metálica, curtiembre y construcción. Muchos herbicidas, pesticidas e insecticidas tienen como ingrediente activo compuesto a base de arsénico en formas orgánicas o inorgánicas.

La industria metálica utiliza el aluminio en varias aleaciones y es comúnmente encontrado en componentes eléctricos. Arsénico es también encontrado en forma natural en el ambiente y bajo ciertas condiciones puede ser un peligroso contaminante de aguas subterráneas. La OMS estableció un límite recomendado de concentración de 10 ppb.

La contaminación del agua con cromo tiene su origen generalmente en áreas industriales. Cromo tiene uso común en industrias de curtiembres como un componente de tintes y pinturas. Las leyes de Ecuador establecen límite de concentración de cromo de 50 ppb; la OMS recomienda una concentración máxima de cromo de 100 ppb.

La fabrica de gelatinas usa sales que contienen cromo en alguna parte de su proceso. Las concentraciones de cromo medidas en AM37, la salida de aguas servidas del parque industrial de Ambato, podrían provenir de una variedad de industrias que usan este metal.

#### **4.8.2. Limitaciones:**

- ✓ **Estatus de protección.-** No todas las áreas que requieren conservación tienen un estatus legal que las ampara, ni existe un mecanismo claro y dinámico para garantizar la inserción de las áreas identificadas como prioritarias dentro del estatus legal de protección. Corresponde al 6.29%.
  
- ✓ **Importantes limitaciones climáticas.-** El clima de la subcuenca del Río Patate se encuentra influido por los regímenes climáticos occidental y oriental que prevalecen en el país. Las corrientes marinas, cálidas de El Niño y frías de Humboldt, y el sistema de convergencia intertropical condicionan el clima del área. La temperatura del aire es bastante uniforme durante todo el año para cada estación climatológica analizada; sin embargo existe una fuerte variación espacial de la misma como

consecuencia de las diversas variaciones altitudinales. La temperatura media multianual varía entre 7,4°C y 14,8°C.

Los valores medios de la humedad relativa se sitúan entre 80% y 85%. La evaporación media anual está en 1.450 mm. Por otro lado, el patrón de las precipitaciones es muy variable. Debido a esto hay tres zonas que se caracterizan así: zona de páramo de la Cordillera Real; tiene una pluviometría anual superior a 1.000 mm con época lluviosa de abril a agosto. Flancos orientales de la Cordillera Occidental con precipitaciones que van desde 600 a 1.000 mm por año; esta zona tiene dos estaciones lluviosas en los períodos comprendidos de febrero a abril y de octubre a diciembre. Zona del Callejón Interandino, con precipitaciones anuales menores a 500 mm, con dos estaciones lluviosas que ocurren de octubre a diciembre y de febrero a mayo.

- ✓ **Ligeras limitaciones edáficas.-** La casi totalidad de los suelos en el área del Proyecto tienen su origen en los depósitos de ceniza volcánica acumulados en espesores que alcanzan varias decenas de metros. El factor climático es determinante en la diversidad de tipos de suelos presentes en el área; sin embargo, es necesario considerar que otros factores, tales como la topografía, la composición y permeabilidad de la ceniza y la edad de la formación también inciden notablemente en la diferenciación de los suelos. Según su material de origen, los suelos del área se agrupan en conjuntos, así: a) suelos derivados de ceniza antigua dura y cementada; b) suelos derivados de ceniza reciente

gruesa y permeable, y c) suelos derivados de ceniza volcánica en parte solamente.

- ✓ **Ligeras limitaciones edáficas, restricciones por altitud.-** Existen muchas limitaciones en las zonas altas, que presentan alturas hasta los 5.800 msnm., aprox., especialmente en las zonas con fuertes pendientes, que restringen el uso y explotación de la tierra.
- ✓ **Limitaciones de relieve.-** La cuenca en estudio, cuyos ríos forman parte del sistema hidrográfico del Río Pastaza, posee las cumbres del volcán Cotopaxi a 5.897 msnm. y del Tungurahua 5.023 msnm., presenta un relieve muy variado y accidentado hacia las cabeceras de la cuenca y hacia el sur. Las partes elevadas están al norte de la cuenca y a los costados de la ciudad de Latacunga, mientras que en la parte central, la cuenca es relativamente plana.
- ✓ **Limitaciones por uso.-** Existen áreas destinadas a cultivos que no aprovechan las potencialidades del suelo, ni las características geopedológicas del terreno. Sobrepasa levemente el 1% de las limitantes.
- ✓ **Nivel freático poco profundo, suelo ácido.-** Representa el 2.42%, se manifiesta la presencia de hidromorfismo, que causa limitaciones relacionadas con la actividad agrícola por el exceso de agua. Principalmente se encuentran en el sector de La Avelina.

- ✓ **Pendiente muy pronunciada.-** En conjunto, el área de estudio se caracteriza por tener una superficie con una pendiente media del 8.8%, variando entre pendientes muy bajas hasta muy altas, sin embargo existen zonas con limitaciones a causa de pendientes que pueden llegar al 80%. Corresponde al 3.60% de las limitantes en toda la cuenca.
- ✓ **Suelo poco profundo.-** Se presentan limitaciones por profundidad del suelo, orientadas principalmente a la agricultura y se evidencia una falta de aplicación de criterios agroecológicos para suelos de baja profundidad. El 10.77% de las limitantes corresponden al suelo poco profundo.
- ✓ **Suelo poco profundo, mal drenado, ácido, nivel freático poco profundo.-** Están relacionados los suelos franco arcillo-arenosos, erosionado sobre una capa de cangahua que se encuentra a menos de un metro de profundidad. Se encuentran distribuidos en la zona del valle interandino, en las zonas un poco altas de Latacunga, Salcedo, Pujilí y Poaló. Corresponde al 2% y se ubica en la parte oriental de la cuenca hidrográfica.
- ✓ **Suelo ácido.-** Se constituye el 14.02 % aproximadamente de las limitantes por suelo, ubicado en su mayor parte en las estribaciones de la cordillera oriental y en los flancos del Cotopaxi, a lo largo del límite de



Napo y Cotopaxi y en menor proporción entre Tungurahua y Cotopaxi, al noroeste del cantón Ambato.

- ✓ **Suelo ácido, fertilidad baja.-** Comprende el 21.3% de las limitantes. Este tipo de suelo se encuentra mayormente el norte y al oeste de la cuenca hidrográfica, principalmente en los cantones Latacunga y Ambato, sin embargo se puede verificar su existencia en mínima proporción en los cantones de Tisaleo, Mocha, Quero, Pelileo, Pujilí, Salcedo y Píllaro.
- ✓ **Suelo superficial, mal drenado, fertilidad muy baja.-** Además de contar con suelos poco profundos, existen zonas con fertilidad muy baja debida entre otras cosas a que la capa orgánica es muy delgada. Corresponde al 2.07% y está ubicado en los cantones Pelileo, Pujilí, Latacunga y Saquisilí.
- ✓ **Textura gruesa.-** Representa menos del 1% de las limitantes, y se ubica al sur de la cuenca hidrográfica.
- ✓ **Textura gruesa, fertilidad baja.-** Corresponde al 10.36% de las limitantes por textura, distribuida en la parte centro norte de la cuenca en mayor proporción y en menor proporción en el sur de la cuenca.

- ✓ **Textura gruesa, fertilidad muy baja.-** Comprende menos del 9% de todas las limitantes y se encuentra en la parte centro norte de la cuenca principalmente y al sur en Pelileo y Patate.
- ✓ **Textura gruesa, suelo poco profundo.-** No alcanza el 2% de las limitantes y se encuentra situado entre los cantones Ambato y Guano.

#### **4.8.3. Manejo**

- **No requiere medidas de conservación.-** El 44.8 % de la subcuenca hidrográfica no requiere medidas de conservación, son áreas distribuidas a lo largo de toda la cuenca.
- **No requiere optimizar mecanismos de cultivo, mecanización y riego fácil.-** Corresponde al 6.21% y se encuentra ubicado en la parte centro y sur este de la cuenca hidrográfica.
- **Requiere medidas de conservación.-** El 43.95% requiere medidas de conservación. Estas áreas se encuentran a lo largo de la cuenca en los extremos orientales y occidentales principalmente. Quedando excluida la parte central, desde el cantón Latacunga hasta llegar a Quero.
- **Requiere medidas de conservación, mecanización y riego difícil.-** Corresponden a zonas que sumadas no superan el 2% de limitantes y se encuentran dispersas en la cuenca hidrográfica.

- **Requiere optimizar mecanismos de cultivo.-** A pesar de no ser un área significativa, pues asciende alrededor del 3%, sin embargo es importante establecer mecanismos de cultivo adecuados. Se encuentran distribuidas por toda la cuenca.

#### **4.8.4. Áreas de Conservación**

De Sur a Norte podemos encontrar en el Cantón Ambato, que un área significativa que corresponde al 80% de la Parroquia Pilahuín, la más extensa de este cantón, requiere medidas de conservación. (Ver Mapa 14).

Dentro de este mismo cantón, hemos encontrado áreas que requieren conservación en las parroquias de Santa Rosa, Juan Benigno Vela, San Fernando, Pasa, Quisapincha y Augusto Martínez. Estas dos últimas poseen aquellas áreas de conservación en torno al Volcán Sagatoa, que se encuentra bajo este mismo interés.

La parroquia Ambato, posee un 15% de áreas de conservación, que principalmente se ubican en las márgenes del Río Ambato y en la zona oriental del cantón.

De manera general, las márgenes del Río Cutuchi, y Yanayacu, dentro de las provincias de Tungurahua y Cotopaxi, son consideradas áreas sujetas a conservación.

La parroquia Izamba por su parte contiene áreas a conservar en los márgenes del Río Ambato y Río Cutuchi, mientras en el cantón Totoras, están ubicadas a la margen derecha del Río Mocha.

Existen zonas que se han identificado que no requieren conservación, es así como en la provincia de Tungurahua, los cantones Atahualpa, Montalvo y Huachi Grande, pertenecen a este grupo.

La mayor presencia de áreas a conservarse se encuentran en la zona oriental de la subcuenca del Río Patate, principalmente en el Cantón de Santiago de Pillaro, en las parroquias; Chiquicha con un 50% de áreas de conservación, Baquerizo Moreno con un 70%, Marcos Espinel 80%, Pillaro 40%, San José de Poaló 85%.

Mientras que en el cantón Salcedo, la presencia de áreas a conservar se encuentra en las parroquias de San Miguel, de cuya superficie total parroquial, se deben conservar el 35%, de Latacunga el 38%, de Belisario Quevedo el 33%, de Alaquez el 40% y de Mulaló el 41%.

En la zona oriental de la subcuenca también se pueden encontrar áreas dispersas a conservar, y que no representan más del 30%, en cada una de las parroquias de San Juan de Pastocalle, Toacaso, Conchahua, Cochabamba, Poalo, Saquisilí, La Victoria y Pujilí, de la provincia de Cotopaxi.

Existen zonas de conservación, en las cuales se ha identificado una necesidad de optimizar los mecanismos de cultivo. Entre esas zonas podemos mencionar; entre Tisaleo y Quinchicoto, en Yanayacu, Mocha, Pelileo, San Pedro de Pelileo, Pasa, Quisapincha y San Fernando, márgenes del Río Ambato ubicados en la parroquia del mismo nombre.

En la Parroquia Izamba, margen del Río Cutuchi, al sur y oriente de la parroquia.

En el cantón Santiago de Píllaro, principalmente en la parroquia de Marcos Espinel, y en la parroquia San Miguel del cantón Salcedo.

Existen también zonas que requieren conservación y mecanización por riego difícil ubicadas en la parte baja de la subcuenca, alrededor del Volcán Igualata y en los flancos externos del Volcán Rumiñahui, al norte de la parroquia Mulaló.

Otra zona que requiere estas medidas está ubicada al nororiente de Toacazo, entre la Q. Santa Ana y el Río Blanco. Otra está ubicada en la parroquia de Canchahua y en la parte sur de la parroquia de Pujilí.



#### 4.8.4.1. Muestras de Agua

Se consideraron 2 puntos para la toma de las muestras de agua que son:

Punto 1: Descarga de productos Familia Sancela S.A.

Punto 2: Aguas Molino Poultier

De acuerdo a los resultados arrojados en el Laboratorio LA QUIFARVA en los mismos que presentan un marco de comparación de valores deseables y permisibles y cuyos resultados obtenidos son:

# LAQUIPARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

## INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Septiembre 21/2010

	A	B	C	D	E	F	G
1777	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUAS						
1778	Informe de Laboratorio		FQA-1040				
1779	Orden de trabajo	Nº.	1040				
1780	Presentación	envase	polietileno				
1781	Contenido	ml	1000				
1782	Identificación		Agua Molinos Poultier				
1783	Cantón- Provincia		Latacunga- Cotacachi				
1784	Empresa						
1785	Solicitante		Sr. Manuel Barbosa				
1786	Fecha de muestreo		16-09-10				
1787	Motivo		Control de calidad				
1788							
1789	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS		LÍMITES SEGÚN NORMA		
1790	pH		7.59		DESEABLE	PERMISIBLE	
1791	Color aparente	Pt- Co	15		7-9.5	5.5-9.5	
1792	Turbiedad	NTU	2.55		5	5	
1793	Índice de Langlier	I.L.	-0.06		+/- 0.5		
1794	Índice de Agresividad	I.A.	11.66		> 12		
1795	Índice de Ryznar	I.R.	7.51		7-8.5		
1796	Conductividad Eléctrica	µS/cm	748				
1797	Sólidos Totales	mg / L	402				
1798	Sólidos Disueltos	"	351		< 500	< 1000	
1799	Sólidos en Suspensión	"	41				
1800	Alcalinidad Total	"	444		< 250		
1801	Hidroxidos	"	0				
1802	Carbonatos	"	0				
1803	Bicarbonatos	"	541				
1804	Anhidrido carbónico	"	36.7				
1805	Dureza Total	"	300		120	300	
1806	Dureza Carbonatada	"	350				
1807	Calcio	"	44		30	70	
1808	Magnesio	"	45.3		12	30	
1809	Hierro Total	"	0		0.2	0.8	
1810	Sodio	"	77.6				
1811	Potasio	"	52.8				
1812	Cloruros	"	40		50	250	
1813	Sulfatos	"	35		80	200	
1814	Nitritos	"	0.276		0	0	
1815	Nitratos	"	0.1		10	40	
1816	Cloro libre residual	"	0		0.5	0.3-1	
1817	RAS		1.95				
1818	RIVERSIDE		C2S1		C1S1	C2S2	
1819							
1820	CONCLUSIONES						
1821	Referencia a la norma						
1822	Es una agua ligeramente básica, con valores medios de color y turbidez. Presenta problemas de agresividad.						
1823	Tiene una notación de bicarbonatada alcalina con un peligro de salinización medio y bajo de acidez						
1824	El resto de parámetros presentan valores comprendidos dentro de los rangos máximos permisibles.						

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL  
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS  
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado \* Telefax: (03) 2423054 - 084 069372  
E-mail: amaldonado@laquiparva.com





# LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

## INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Septiembre 21/ 2010

	A	B	C	D	E	F	G
1729	ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO DE AGUAS						
1730	Informe de Laboratorio		FQA-1039				
1731	Orden de trabajo	No.	1039				
1732	Presentación	envase	polietileno				
1733	Contenido	ml	1000				
1734	Identificación		Descarga de productos Familia				
1735	Cantón- Provincia						
1736	Empresa						
1737	Solicitante		Sr. Manuel Barbosa				
1738	Fecha de muestreo		16-09-10				
1739	Motivo		Control de calidad				
1740					LÍMITES SEGÚN NORMA		
1741	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS		DESEABLE	PERMISIBLE	
1742	ph		7.11		7-8.5	5.5 - 8.5	
1743	Color aparente	Pt- Co	10		5	30	
1744	Turbiedad	NTU	16.7		5		
1745	Índice de Langelier	I.L.	-0.39		+/- 0.5		
1746	Índice de Agresividad	I.A.	11.33		> 12		
1747	Índice de Ryznar	I.R.	7.89		7-8.5		
1748	Conductividad Eléctrica	us/ cm	675				
1749	Sólidos Totales	mg / L	378				
1750	Sólidos Disueltos	"	328		< 500	< 1000	
1751	Sólidos en Suspensión	"	50				
1752	Alcalinidad Total	"	320		< 250		
1753	Hidróxidos	"	0				
1754	Carbonatos	"	0				
1755	Bicarbonatos	"	390				
1756	Anhidrido carbónico	"	50.4				
1757	Dureza Total	"	232		120	300	
1758	Dureza Carbonatada	"	252				
1759	Calcio	"	52		30	70	
1760	Magnesio	"	24.8		12	30	
1761	Hierro Total	"	0.47		0.2	0.8	
1762	Sodio	"	69.9				
1763	Potasio	"	47.6				
1764	Cloruros	"	70		50	250	
1765	Sulfatos	"	25		50	200	
1766	Nitritos	"	0.007		0	0	
1767	Nitratos	"	4.1		10	40	
1768	Cloro libre residual	"	0		0.5	0.3- 1	
1769	RAS		2				
1770	RIVERSIDE		C2S1		C1S1	C2S2	
1771							
1772	CONCLUSIONES						
1773	Referirse a la norma						
1774	Es una agua ligeramente básica, con valores medios de color y turbidez. Presenta problemas de agresividad.						
1775	Tiene una notación de bicarbonatada alcalina con un peligro de salinización medio y bajo de sodicidad						
1776	El resto de parámetros presentan valores comprendidos dentro de los rangos máximos permisibles.						

LAQUIFARVA  
LABORATORIO QUÍMICO INTEGRAL  
C.R. ENRIQUE AYAS I.M.Sc.

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL  
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS  
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado \* Telefax: (03) 2423054 - 084 069372  
E-mail: envale50@hotmail.es \* Ambato - Ecuador



Refiriéndose a la Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes:  
recurso agua

**PUNTO 1:** Es un agua ligeramente básica, con valores medios de color y turbidez, presenta problemas de agresividad, tiene una notación de biocarbonatada alcalina con un peligro de salinización medio y bajo de sodicidad, el resto de parámetros presentan valores comprendidos dentro de los rangos máximos permisibles.

**PUNTO 2:** Es un agua ligeramente básica, con valores medios de color y turbidez, presentan problemas de agresividad, tiene una notación de biocarbonatada alcalina con un peligro de salinización medio y bajo de sodicidad, el resto de parámetros presentan valores comprendidos dentro de los rangos máximos permisibles.

Sin embargo más allá de los resultados de laboratorio, que son obtenidos mediante técnicas y equipamiento de alto nivel, se puede apreciar visualmente una fuerte turbidez, sólidos en suspensión y grandes niveles de espuma, por lo que existe una contaminación química u orgánica, se debe también considerar la contaminación paisajística, pues genera un alto impacto visual.

Otro factor importante que se debe considerar en la contaminación a los efluentes, es el incremento del DBO y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBQ), que alteran el ecosistema natural, transformándolo en un medio de conducción de desechos.

El magnesio es un elemento que se encuentra comúnmente y sus principales vías de entrada al organismo son a través del agua y alimentos, en el Punto 2, el magnesio supera los límites permisibles de la Norma, en los seres humanos, pueden provocar daños en distintos órganos, alteraciones en el sistema nervioso central y cáncer.

Los dos puntos de muestras considerados evidencian contaminación al Río Cutuchi, sin embargo en algunos parámetros los valores del punto 2 (Molinos Poulter) se disparan siendo una de las posibles causas de su contaminación, el tratamiento que Familia Sancela da a sus desechos en gran medida es por tratar de cumplir las certificaciones de Normas ISO.

#### **4.8.5. Alternativas de Manejo dentro de la Subcuenca**

Se debería hacer seguimiento a las iniciativas de implementación de proyectos de geotermia en el Ecuador, pues están enmarcados con los objetivos y metas establecidos por la planificación sectorial y el Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013, propuestos por el gobierno nacional y a los cuales se ha asignado alta prioridad con el objeto de contribuir a la diversificación de la matriz energética, mediante la sustitución de los combustibles fósiles con fuentes renovables de energía, mediante la implementación de proyectos de geotermia ya identificados en las localidades de Chachimbiro, Chalupas y Tufiño ; de las cuales Chalupas está dentro de la Cuenca del Río Patate. CODERECO es el responsable de ejecutar este estudio ambicioso de riego y generación hidroeléctrica, que puede regar 26 mil hectáreas, y generar 32.000 kilovatios, que además proporcionarían rentabilidad al proyecto.

## **CONCLUSIONES**

Uno de los acontecimientos importantes que experimenta la humanidad en la actualidad es el crecimiento demográfico acelerado, siendo éste un factor determinante para la disponibilidad y calidad de los recursos naturales y el equilibrio de los ecosistemas.

La mayor parte de limitaciones en el interior de la subcuenca, se generan por aspectos principalmente edáficos, se evidencia poca limitación por relieve, pendientes superiores al 70%, nivel freático poco profundo y uso del suelo en algún caso particular, aunque la falta de mecanización en cultivos y en riego son una causa que ha degenerado en la obtención de suelos con media o baja fertilidad.

La mayor limitante corresponde a las unidades que poseen un suelo asociado a baja fertilidad, suelos poco profundos, de textura gruesa y suelos ácidos, destacándose estos últimos a lo largo de toda la cuenca, con una superficie que equivale al 21% aproximadamente. En este caso se juegan dos aspectos importantes, por un lado el tipo de suelo de las unidades cartográficas de tierra y por otro la acción antrópica que han conllevado a tener limitaciones en este sentido.

Existen unidades cartográficas de tierra, que poseen fuertes limitaciones climáticas, marcadas por el régimen pluviométrico de toda la cuenca, pero con mayores incidencias en zonas especiales, sin embargo estas áreas no superan

el 7%, de toda la subcuenca, debiendo considerarse en el manejo que se le pueda dar a la subcuenca, las medidas de conservación necesarias para no permitir el incremento de este porcentaje.

Las medidas de manejo, deben estar orientadas a mecanizar los cultivos y sistemas de riego, considerando que la mayor parte de las limitantes son generadas a nivel edáfico, principalmente por fertilidad baja.

Esta bajo nivel de fertilidad, en muchas ocasiones ha sido generado por el uso de la tierra destinado a la agricultura y ganadería, sin técnicas sustentables orientadas a la conservación del recurso suelo.

Por otra parte con la acción antrópica al reemplazar la vegetación natural por cultivos, se produce la deforestación, que a la larga no sólo se traduce en pérdida de recursos forestales, sino desemboca en pérdida y remoción de nutrientes del suelo y su exposición a agentes externos que producen erosión.

Alrededor del 50% del área de la cuenca hidrográfica requiere medidas de manejo orientadas a las limitantes edáficas anteriormente mencionadas. Este 50% incluye las áreas que mantienen estatus legal de protección, por lo que el tipo de manejo que se aplique dependerá del tipo de limitante identificado.

El otro 50% si bien es cierto no requiere medidas de manejo actualmente, se proyecta como zonas futuras de conservación, considerando que la frontera agrícola seguirá ganando espacio y existirán más zonas que preservar.

Se debe recalcar que la cuenca hidrográfica es considerada uno de los ecosistemas más importantes, pero también más frágiles. Buscar las medidas de un manejo sostenible permitirá contar con un equilibrio biofísico y así evitar desbalances hídricos, presencia de amenazas y pérdida de recursos naturales y degradación del ambiente.

La deforestación ha contribuido a la pérdida del balance hidrometeorológico de la subcuenca, que en muchos casos se traduce en una mayor degradación de la subcuenca y afectación a sus pobladores. Por ello es importante la gestión que se pueda realizar en las partes altas, pues se considera la zona de recarga del agua en la cuenca.

El principal problema que atenta al abastecimiento de las demandas hídricas de la cuenca, no es la falta de oferta, sino la baja eficiencia de los sistemas de riego. Las medidas que se adopten para alcanzar un manejo integral del recurso hídrico de la cuenca del río Cutuchi, están vinculadas –prioritariamente– con la racionalización del uso del agua en el sector riego.

La dispersión de instituciones vinculadas a la administración, aprovechamiento y control de los recursos naturales en general, a sabiendas que en la naturaleza funcionan integrados e interrelacionados, no obstante son administrados, aprovechados y controlados aisladamente.

En la cuenca del Río Patate, se debe considerar con mucha importancia el uso de químicos, los vertidos de desperdicios de industrias de alimentos,

curtiembres, lubricadoras, cromadoras y textiles, las prácticas de despilfarro en el uso del agua, la poca organización de la Comunidad para la protección de la subcuenca, las prácticas inapropiadas de cultivos agrícolas, la incorrecta construcción de Caminos y asentamientos humanos no planificados.

La Cámara de Industrias de Tungurahua registra a 30 entre grandes y medianas industrias, las mismas que arrojan al río Ambato 1.925 metros cúbicos de aguas residuales al día. Es decir, el 65% del total de aguas contaminadas que emiten las principales industrias de la ciudad, porque utiliza químicos de elevada toxicidad, 11 empresas dedicadas a la curtiembre de cueros -San José, Salazar, Suárez, Díaz, Tungurahua, Ecuatoriana de Curtidos, San Agustín, Alemana, Cumandá, Propiel y Palmay- empezaron a trabajar con el proyecto mundial para evitar la contaminación, sin embargo aún no se tienen resultados que permitan analizar la baja de contaminación.

La subcuenca del Río Patate se ha visto caracterizada por un crecimiento y expansión urbana carentes de planificación y ordenamiento del territorio, lo que ha provocado la pérdida de suelos potencialmente aptos para la agricultura, la implementación de obras de infraestructura que afectan a recursos naturales que no han sido previamente valorados y demás problemática consecuente, principalmente alrededor de las grandes ciudades como Latacunga y Ambato, haciendo notar la proliferación de asentamientos dispersos en la zona oriental de la cuenca.

Existen varias instituciones relacionadas con el manejo de la zona del Río Patate, que pueden significar un gran aporte, especialmente en los sectores No Gubernamentales. Es el caso del *Proyecto de Manejo y Conservación de la Cuenca Alta del Río Pastaza*, “*Proyecto Pastaza*” el cual es ejecutado por la Fundación Pastaza con el apoyo económico del Gobierno de Suecia, a través de la Agencia Sueca para la Cooperación Técnica y Económica Internacional (BITS).

El mal uso del agua, la contaminación de la misma por diferentes agentes, afectan a grandes extensiones territoriales, de las cuales, las principales son aquellas ubicadas aguas abajo de los cuerpos receptores de las aguas servidas no tratadas, o sin un tratamiento adecuado, de las grandes ciudades, entre ellas Ambato y Latacunga. Este problema se agrava por los escasos caudales que no permiten una adecuada dilución de algunos contaminantes orgánicos y no tóxicos, por lo que se requiere un plan de manejo ambiental orientado a la gestión del recurso hídrico de la cuenca.

De acuerdo al Art. 14 del Reglamento General para la Aplicación de la Ley de Agua “Las Agencias y Distritos Jurisdiccionales del Consejo Nacional de Recursos Hídricos”, La agencia de Ambato, con sede en la ciudad de Ambato y jurisdicción en la provincia de Tungurahua, es la encargada de gestionar lo concerniente a la cuenca del Río Patate.

Los factores que influyen en la problemática de la cuenca del Río Patate son de orden legal, institucional, económico, cultural y por la carencia de una política

estatal clara y coherente para la lucha contra la contaminación, en apego al objetivo estratégico No. 1 del Plan del Buen Vivir 2009-2013 “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable”.

En la cuenca de estudio, se han realizado grandes inversiones para la construcción de los proyectos sin contemplar un verdadero programa de desarrollo agrícola y con poco beneficio para los potenciales usuarios y para el país.

La Cuenca del Río Patate, tiene connotación e importancia estratégica nacional, pues forma parte de la cuenca alta del Río Pastaza, que incluye los proyectos hidroeléctricos Pisayambo y Agoyán. De esto se conoce que el Río Pastaza transporta una carga media anual total de sedimentos de 7'700.000 ton/año, calculándose en 35 el número de lavados por año necesarios para evacuar los sedimentos depositados en el embalse, por lo cual es importante considerar estas obras de infraestructura dentro del Plan de manejo de la cuenca.

Existe un problema que no es considerado en muchos casos y que agrava la mayor parte de problemas y es la falta de financiamiento para gestionar las cuencas hidrográficas, basada en técnicas modernas de recopilación de información mediante el uso de satélites o la instalación de estaciones automáticas, en el campo, la falta de capacidad para contratar personal para la operación y mantenimiento de una red básica, descoordinación y desarticulación de acciones entre las instituciones que manejan estaciones



meteorológicas e hidrológicas sectoriales, y la falta de conocimiento de la importancia que tiene la información hidrometeorológica.

En el Ecuador no existe una gestión integral de los recursos naturales por cuencas, existe una deficiente administración de los recursos hídricos. La creciente competencia por el uso del agua, la expansión de la frontera agrícola, la necesidad del tratamiento de las aguas residuales, los efectos negativos de los fenómenos naturales externos, motiva la necesidad de institucionalizar el manejo de las cuencas hidrográficas y de la gestión integral del agua en el Ecuador.

## ***RECOMENDACIONES***

De los resultados obtenidos y de lo concluido anteriormente, me permito recomendar lo siguiente:

Que se implementen políticas que garanticen el manejo de vegetación existente, la reforestación, la protección contra incendios forestales, cercado y rotulado, la eliminación de prácticas que puedan convertirse en una potencial afectación.

Fortalecer los saberes ancestrales de los pobladores y capacitarlos sobre el uso y manejo de recursos naturales dentro de la cuenca hidrográfica, así como en las prácticas agroproductivas y ganaderas sustentables, que permitan evitar malas prácticas de cultivo, el sobrepastoreo, la quema de vegetación, contribuyendo en gran medida a que este problema disminuya cada día más.

Se debe promover programas de reforestación a lo largo de toda la cuenca hidrográfica, especialmente en las zonas deforestadas y en las partes altas, para promover la permanencia del equilibrio en este ecosistema, mediante el control del clima, la reducción de erosión, la recuperación del suelo, la protección a los hábitats, el balance hídrico.

Se debe propender a contribuir al control de la erosión en la cuenca, ya que es de conocimiento general que las pérdidas de suelo en el país, ocasionadas por las características del relieve y del clima, se agravan por falta de cubierta vegetal, sumadas a las malas prácticas de la agricultura con riego.

Que la información generada en el siguiente estudio sea considerada como base para la toma de decisiones que coadyuven a la conservación de áreas y que permitan implementar un plan de acción para lograr una gestión integral de la cuenca del Río Patate en los siguientes aspectos:

***a. Ordenamiento de cuencas hidrográficas***

Llevar a cabo una administración adecuada de las subcuenca y de las 55 microcuencas que forman parte del Río Patate.

Para tal fin se deberá utilizar la información generada en el presente estudio, así como otra que pueda ser recopilada sobre el uso recomendable de los suelos y las áreas identificadas para la planificación del uso de las tierras.

## ***b. Agroproductivo***

Hacer una reidentificación a nivel de subcuencas de las 147.390 hectáreas aptas para la actividad agraria, productos frutales, pastos y agroforestales, a escalas 1:50.000, 1:25.000 y 1:10.000. Adopción de sistemas agrícolas conservacionistas y agroforestales en las áreas aptas para estas actividades.

Elaborar planes específicos de manejo para las áreas con pastos de uso intensivo, y aquellas con pastos mejorados que estén en consonancia con los planes de conservación y manejo que las entidades competentes publiquen, como el Ministerio del Ambiente, Agricultura, entre otros.

Establecer, manejar y proteger las áreas de plantaciones forestales de carácter comercial.

Mantener, proteger y plantar --donde el caso lo merezca-- bosques protectores.

Proteger la cobertura vegetal, especialmente en páramos y áreas erosionadas

Establecer sistemas agroforestales en 14.300 hectáreas.

Administrar y proteger las reservas de los parques nacionales y áreas de recreación existentes. Además, identificar dentro de las áreas que necesitan protección otras unidades naturales que necesitan manejo y administración especial de tipo biológico, sanitario, etc.

### ***c. Conservación de suelos***

Diseño y ubicación de obras de control de erosión en taludes, cárcavas, torrentes y abanicos aluviales, para atender las áreas afectadas.

Establecimiento de obras de control de erosión en ríos y diques de retención de sedimentos aguas arriba de las infraestructuras de desarrollo.

Utilización de prácticas de conservación de suelos de carácter cultural en 53.180 hectáreas con agricultura intensiva; prácticas mecánicas en 58.599 hectáreas con agricultura moderada, y prácticas mecánicas en control de torrentes en unas 28.360 hectáreas.

### ***d. Transferencia de tecnologías y fortalecimiento institucional.***

Establecimiento de programas y proyectos para la capacitación campesina en materia de conservación y manejo de los recursos naturales renovables.

Establecimiento de parcelas demostrativas para los estudios e investigación sobre pérdidas de suelo, prácticas de control y sistemas productivos de laderas con obras de conservación.

Organización y operación de una Unidad Administrativa pública que promueva y ejecute los trabajos que sustenten el plan de manejo y conservación de la Cuenca del Río Patate.

### ***e. Recursos Hídricos***

Las políticas que se deben implementar para el futuro en cada subsector de los recursos hídricos para un desarrollo coherente y sustentable, debe considerar especialmente:

a) Priorizar el abastecimiento de agua potable; preservar las fuentes; lograr que las municipalidades, juntas de usuarios y otras instituciones fijen las tarifas de modo que cubran los costos de operación, mantenimiento, administración y reposición de inversiones. Se deberá modernizar las leyes y reglamentos, definir con claridad los roles y responsabilidades institucionales e implementar un plan de mejoramiento y ampliación de los servicios.

b) En cuanto a saneamiento ambiental, se debe poner énfasis en la mejora en las eficiencias de los servicios, en la expansión de la cobertura de los sistemas de saneamiento para acercarse a la cobertura del servicio de agua potable, en la rehabilitación de la infraestructura existente, en la apertura al sector privado para la explotación o inversiones en los servicios, en el tratamiento de emisiones líquidas de industrias consideradas peligrosas, en la implementación de tarifas basadas en el cálculo económico a largo plazo que garanticen el autofinanciamiento y sostenibilidad y en la prevención de la calidad ambiental y particularmente del agua, con la instalación y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

c) Para el subsector riego deben estar adecuadamente articuladas con las que se adopten para el sector agropecuario, y se debe poner énfasis en el manejo de las cuencas y manejo del agua en particular, se debe aumentar la productividad de las área bajo riego, priorizar el aumento de la eficiencia del uso del agua, se debe eliminar el uso del agua contaminada en los sistemas de riego, se debe eliminar paulatinamente los subsidios y transferir las responsabilidades de los sistemas públicos de riego a los usuarios.

d) En el caso del sector hidroeléctrico, se establece como políticas la utilización óptima de los recursos naturales y el autofinanciamiento del servicio a través de un sistema de tarifas que permita la recuperación de los costos. El programa de políticas exige una definición clara del rol del Estado en el sector, articular un sistema legal, institucional y financiero eficiente y una planificación integral para el desarrollo y administración del sector.

e) En cuanto a los aspectos ambientales y para la protección contra efectos perjudiciales del medio ambiente, son: el sistema institucional encargado de la regulación, control y manejo ambiental debe ser eficiente, es necesario separar las funciones de aplicación de leyes y normativas con las de construcción y desarrollo, es indispensable establecer políticas de ordenamiento territorial, el control de la deforestación debe estar junto con la preservación de ecosistemas, control de la erosión, etc., se debe realizar un programa de prevención y control de la contaminación del agua.

h) Para el manejo de los sistemas de información de los recursos hídricos, se debe plantear la forma de disponer y garantizar en forma permanente y actualizada la información hidrometeorológica, el contar con sistemas de monitoreo de la cantidad y la calidad de los recursos hídricos, el poner a disposición de esa información a los usuarios.

Para un adecuado manejo de las cuencas hidrográficas, se propone los siguientes puntos: lograr el uso racional de los recursos naturales considerando las necesidades actuales y futuras de la población; preservar, recuperar, proteger y conservar las áreas de interés con fines hídricos.

A fin de garantizar la permanencia en el tiempo de las obras hidráulicas es necesario insistir a las instituciones que cuenten con programas a largo plazo para proporcionar un adecuado mantenimiento y la seguridad adecuada de las mismas.

## ACRÓNIMOS

<b>CLIRSEN</b>	Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos
<b>DINAGE</b>	Dirección Nacional de Geología
<b>EPN</b>	Escuela Politécnica Nacional
<b>IGM</b>	Instituto Geográfico Militar
<b>INAMHI</b>	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
<b>INEC</b>	Instituto Nacional de Estadística y Censos
<b>INAR</b>	Instituto Nacional del Riego
<b>INFOPLAN</b>	Información para el Desarrollo Local
<b>MAGAP</b>	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
<b>PEA</b>	Población Económica Activa
<b>PRONAREG</b>	Proyecto Nacional de Regionalización
<b>SIG</b>	Sistema de Información Geográfica
<b>SIGRENA</b>	Sistema de Información Geográfica de Recursos Naturales
<b>SIISE</b>	Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador
<b>SIGAGRO</b>	Dirección Nacional del Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria
<b>SOIL TAXONOMY</b>	Taxonomía de Suelos del USDA
<b>SRTM</b>	Shuttle Radar Topography Mission
<b>UCT</b>	Unidades Cartográficas de Tierra
<b>USDA</b>	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
<b>UTM</b>	Universal Transversa de Mercator



## **GLOSARIO**

**Agricultura Extensiva.-** (Geografía Económica/Geografía Rural/Agraria): Sistema de cultivo que se caracteriza por un aporte pequeño de trabajo y que, generalmente, están asociados a grandes extensiones de terreno.

**Agricultura Intensiva.-** (Geografía Económica/Geografía Rural/Agraria): Sistema de cultivo basado por elevadas aportaciones de mano de obra, elevadas inversiones y por realizar una agricultura altamente tecnificada (aplicación de fertilizantes, pesticidas, abonos, regadío mecanizado...). El resultado esperado es obtener elevados rendimientos por unidad de superficie, por lo que es habitual concentrar la producción en parcelas no excesivamente amplias.

**Agricultura de Subsistencia.-** (Geografía Económica): Aquella que únicamente produce lo necesario para subsistir. Término especialmente aplicado a la agricultura de los países pobres (en desarrollados), aunque también se aplicó a la agricultura de España en momentos determinados (Postguerra) y en muchas etapas históricas.

**Agroquímico.-** Cualquiera de las sustancias químicas que se utilizan en la agricultura; tales como abonos, herbicidas, etc., y de uso industrial de materias orgánicas procedentes de explotaciones agrarias como aceites, residuos, etc.

**Antrópico.-** Sinónimo de humanizado. La palabra antropos en griego significa: hombre. Un paisaje antrópico, por lo tanto, es un paisaje creado o transformado por la mano del ser humano. Y es que el ser humano puede antropizar cualquier territorio, es decir, darle unas características propias.

**Biodiversidad.-** Se entiende como la variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente, y la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los complejos ecológicos que forman parte.

**Cartografía.-** Técnicamente es el sistema formal para comunicar información espacial. La cartografía, es la ciencia responsable de elaborar mapas de las diferentes realidades territoriales para facilitar su estudio y poder guiarnos en dicho territorio.

**Ceja Andina.-** Flora de transición entre los bosques montanos altos y el páramo.

Comprende el borde superior del bosque andino que limita con los pajonales del páramo; varía según los factores locales y según se trate de la Cordillera Occidental y Oriental.

**Ciclo hidrológico.-** Comprende las distintas etapas o fases por la que pasa el agua, siendo sus principales: precipitación, escurrimiento y evaporación.

**Conservación.-** Gestión dirigida a la preservación y uso racional de los recursos naturales, para asegurar el mejor beneficio que tiende al desarrollo

sustentable de la sociedad. Es la administración del uso humano de la biosfera de modo que pueda producir los mayores beneficios sustentables para las generaciones actuales y a la vez mantener sus posibilidades de satisfacer las necesidades y aspiraciones de las futuras.

**Cuenca Hidrográfica.-** Extensión del territorio cuyas aguas convergen hacia un río principal. Concavidad de la superficie terrestre limitadas por la línea divisoria de aguas.

**Degradación.-** Pérdida de las cualidades de un ecosistema que incide en la evolución natural del mismo, provocando cambios negativos en sus componentes y condiciones como resultado de las actividades humanas.

**Deforestación.-** Proceso de destrucción de los bosques.

**Desarrollo sustentable.-** un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la disminución de los recursos naturales que deberán utilizar las generaciones futuras para satisfacer sus propios requerimientos.

**Ecología del paisaje.-** Rama de la ecología que se ocupa de las relaciones entre características a nivel de paisaje y los patrones y procesos que ocurren a esta escala.

**Ecosistema.-** Es el conjunto de comunidades (conjunto de especies) faunísticas y florísticas afines entre sí, o correlacionadas por sus características estructurales y funcionales y sometidas a la influencia similar de los factores bióticos y abióticos.

**Ecosistema frágil.-** Altamente susceptible al riesgo de que sus poblaciones naturales, su diversidad o las condiciones de estabilidad decrezcan peligrosamente o desaparezcan por la introducción de factores exógenos.

**Endógeno.-** Que se origina y nace en el interior, que se origina en virtud de causas internas.

**Exógeno.-** Debido a causas externas del propio organismo, sistema.

**Erosión.-** Conjunto de fenómenos exógenos que contribuyen al desgaste del modelado terrestre. En un sentido más amplio corresponde a los procesos de ablación, alteración y acumulación. En la práctica, se limita, casi exclusivamente, a los procesos de arrastre de material y a la alteración (erosión química).

**Estructura del suelo.-** La forma de las unidades de suelo que se producen naturalmente dentro de un horizonte de suelos. Algunas estructuras de los suelos son granulares, grumosas, prismáticas, columnares o platelares. Los suelos también pueden carecer de estructura si es que no se conforman en

partículas como grumos. En este caso, podrían constituir una masa consolidada o permanecer como partículas individuales (de un solo grano).

**Falla.-** Fractura de la corteza terrestre resultado de fuerzas tectónicas, las cuales han originado una traslación horizontal, vertical y/u oblicua de un compartimiento geológico en relación con otro.

**Fisiografía.-** Descripción de los aspectos naturales del paisaje terrestre: relieve, modelado, vegetación, hidrografía, etc. Se diferencia de la geomorfología por su carácter exclusivamente descriptivo. La geomorfología, en su concepción moderna es al mismo tiempo descriptiva y explicativa, trata de explicar la génesis de las formas terrestres y su evolución.

**Glacis.-** Plano topográfico inclinado y lo suficientemente uniforme, como para constituir un aplanamiento local, cualquiera que sea su origen y la naturaleza del basamento geológico. Un glacis es siempre inclinado con pendientes muy variables, en función del tipo de glacis considerado. En el sentido transversal, en cambio, las pendientes son casi nulas.

**Geoinformación.-** Toda información que tiene latitud y longitud. Está relacionada a los sistemas de gerencia de bancos de datos capaces de almacenar datos con varios atributos, incluyendo los de localización.

**Geomorfología.-** Ciencia geográfica que estudia las formas de la superficie terrestre. Se hace habitualmente la distinción entre la Geomorfología

estructural que estudia el relieve y la Geomorfología climática que se preocupa de la influencia del medio bioclimático sobre el modelado de este relieve.

**Horizonte.-** Una capa individual dentro de los suelos que tiene su propia y única característica (tales como color, estructura, textura u otras propiedades) que la tornan diferente de los demás estratos que forman parte del perfil de los suelos.

**Horizontes de suelo.-** Una unidad identificable de suelos debido a su color, estructura o textura.

**In situ.-** Vocablo en Latín que significa la posición o ubicación original.

**Isoterma.-** Líneas que unen puntos de idéntica temperatura.

**Isoyeta.-** Líneas que unen puntos de idéntica cantidad de precipitación.

**Materia orgánica.-** Cualquier material vegetal o animal que se añade al suelo.

**Ordenamiento territorial.-** proceso mediante el cual se orienta la utilización de los espacios de la biosfera y ocupación del territorio. Es una función que se le atribuye al estado, para regular y orientar el proceso de diseño y planificación del uso del territorio y de los recursos naturales renovables a fin de garantizar su adecuada explotación y su desarrollo sostenible.

**Ordenación del territorio.-** Establecimiento y zonificación de los usos y actividades de las diferentes zonas que conforman el espacio físico nacional, de acuerdo con sus características intrínsecas, la vocación de sus espacios y los objetivos de desarrollo sostenible de una nación.

**Paisaje.-** El término paisaje hace referencia a nuestro entorno. Es la apariencia externa del territorio. Es un concepto subjetivo, porque en realidad el paisaje es una percepción humana. Es imprescindible que exista un observador – personas humanas- para apreciar un paisaje, para darle vida a ese paisaje. ¿Quién percibiría el paisaje si no estuviéramos nosotros? La propia etimología de la palabra hace referencia a entorno, a territorio... Y así ocurre en las principales lenguas: paisaje (deriva de país=territorio), paysage, paisatge... O landscape (land=tierra), landschaft.

**Pedogénesis.-** La formación de perfiles de suelos dependiendo de cinco factores de formación (clima, material original, topografía, organismos, y tiempo) para crear la Pedósfera.

**Piedemonte.-** Área de transición entre relieves accidentados y las zonas circundantes más bajas. En el medio de piedemonte predominan los aportes coluviales y las acumulaciones forzadas.

**Recursos naturales.-** Todos aquellos recursos no creados por el hombre como el suelo, agua y minerales.

**Relieve.-** Conjunto de formas resultantes de las fuerzas internas de la tierra; es decir, un conjunto estructural en su sentido geológico, en el que a su vez diferencia la litología de la tectónica.

**Suelo.-** Cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de la tierra, que ocupa un espacio, y que se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas enraizadas en un ambiente natural.

**Suelo aluvial.-** Suelo formado por el material de inundación.

**Sustentabilidad.-** La capacidad de una sociedad humana de apoyar a su ambiente, al mejoramiento continuo de la calidad de vida de sus miembros a largo plazo, y depende del manejo que la sociedad haga de sus recursos naturales.

**Teledetección.-** O Percepción Remota es la ciencia y arte de obtener información de la superficie de la tierra sin entrar en contacto con ella, es decir permite adquirir y procesar información de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, gracias a la interacción de la energía electromagnética que existe entre el sensor y la tierra.



**Terraza.-** Término topográfico y descriptivo. Se caracteriza por una superficie alta y plana limitada por una escarpa o talud vertical a subvertical.

**Terraza aluvial.-** Terraza de acumulación que corresponde a una capa aluvial actualmente en posición de terraza por efecto del entalle fluvial posterior a la acumulación. Cuando el basamento geológico rocoso aparece en el talud se habla de terraza aluvial escalonada. En cambio, cuando el talud está entallado en el material aluvial, se trata de una terraza aluvial encajonada.

**Tierra.-** El sistema bioproductivo terrestre que comprende el suelo, la vegetación, otros componentes de la biosfera y los procesos ecológicos e hidrológicos que se desarrollan dentro del sistema así como los acondicionamientos de los terrenos, la cubierta forestal y la infraestructura desarrollada en los mismos terrenos.

**Topografía.-** Conjunto de particularidades que presenta un terreno en su configuración espacial.

**Valle.-** Depresión alargada en la cual se escurre o ha escurrido un curso de agua fluvial.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Acosta, M. 1961. **Los Bosques del Ecuador y sus Productos**. Quito-Ecuador.
- Acosta, M. 1965. **Los Recursos Naturales del Ecuador y su Conservación**. I y II Parte. México.
- Baldock, J. 1982. **Geología del Ecuador**. Quito-Ecuador.
- Cañadas, L. 1983. **El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador**. MAG-PRONAREG Quito-Ecuador.
- CLIRSEN, 1999-2000. **Imágenes de los satélites Landsat 5 y 7, SPOT y ASTER**. Quito-Ecuador.
- CLIRSEN. 2009. **“Generación de Geoinformación de la Cuenca Alta y Media del Río Pastaza”**. Quito – Ecuador.
- ECOCIENCIA. Proyecto Páramo Andino. en: ECOLAP Y MAE. 2007. **Guía del Patrimonio de Áreas Protegidas del Ecuador**: Quito – Ecuador.
- ECOLAP., MAE. 2007. **Guía del Patrimonio de Áreas Protegidas del Ecuador**: Quito - Ecuador.

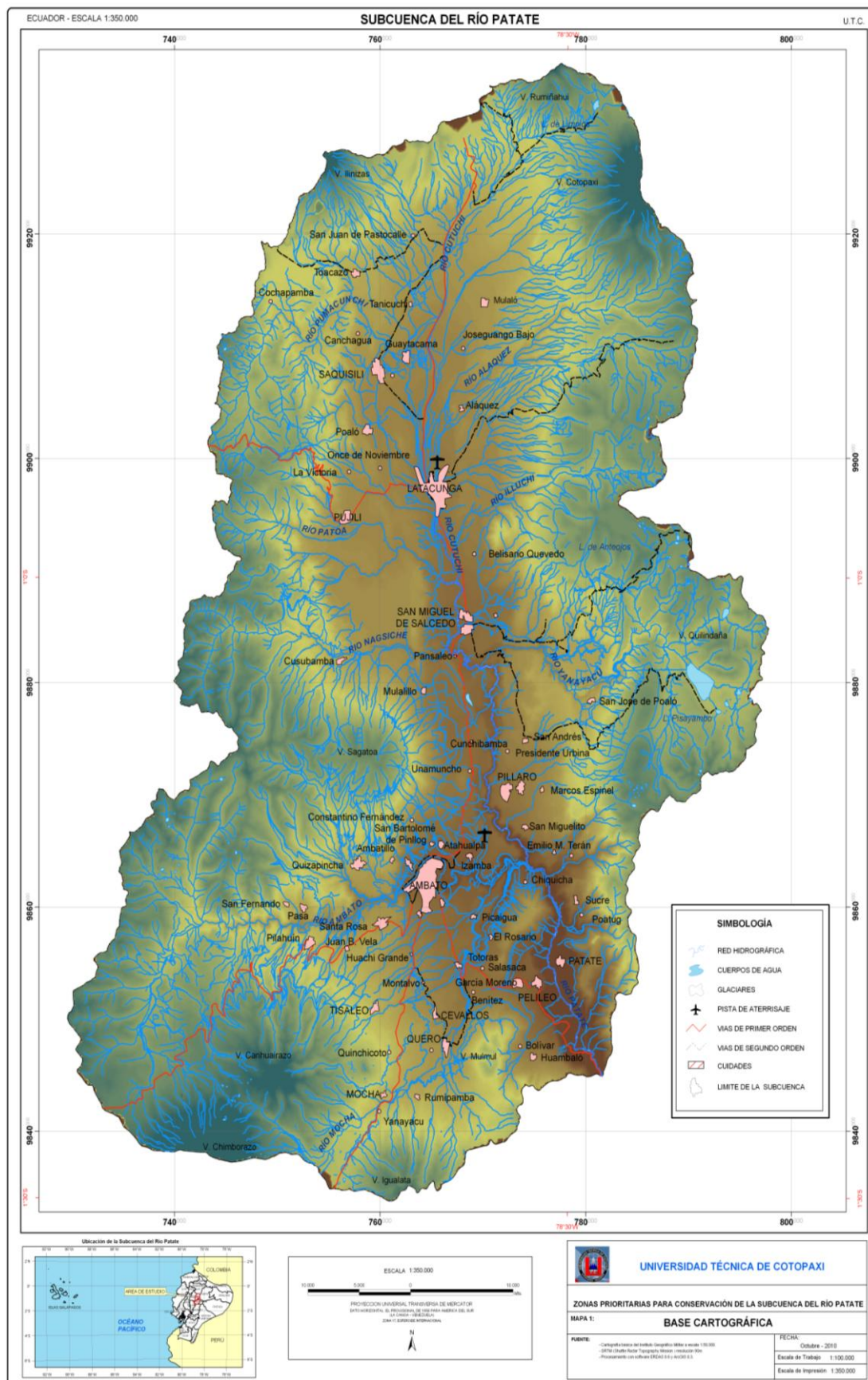
- E.P.N, CLIRSEN, ORSTOM, IPGH., 1988, **Estudio Geodinámico de las Cuencas Sedimentarias del Callejón Interandino y Mapa Tectónico del Ecuador.** Quito- Ecuador.
  
- Forman, 2004. **Introducción a la Ecología de Paisaje.** Barcelona- España.
  
- Hofstede, R. Lips, J. Jongsma, W. 1998. **Geografía, Ecología y Forestación de la Sierra Alta del Ecuador.** Abya-Yala. Quito.
  
- INAMHI. 2007. **Anuarios Meteorológicos.** Quito - Ecuador.
  
- I.G.M., 1980, 1993. **Hojas Topográficas, escala 1:50.000.** Quito - Ecuador.
  
- INEC, 2001. **VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, Provincia de Tungurahua.** Quito - Ecuador.
  
- INEC, 2001. **VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos, Provincia de Cotopaxi.** Quito - Ecuador.
  
- INEC, 2000. **III Censo Nacional Agropecuario, Resultados Definitivos, Provincia de Tungurahua.** Quito - Ecuador.
  
- INEC, 2000. **III Censo Nacional Agropecuario, Resultados Definitivos, Provincia de Cotopaxi.** Quito - Ecuador.

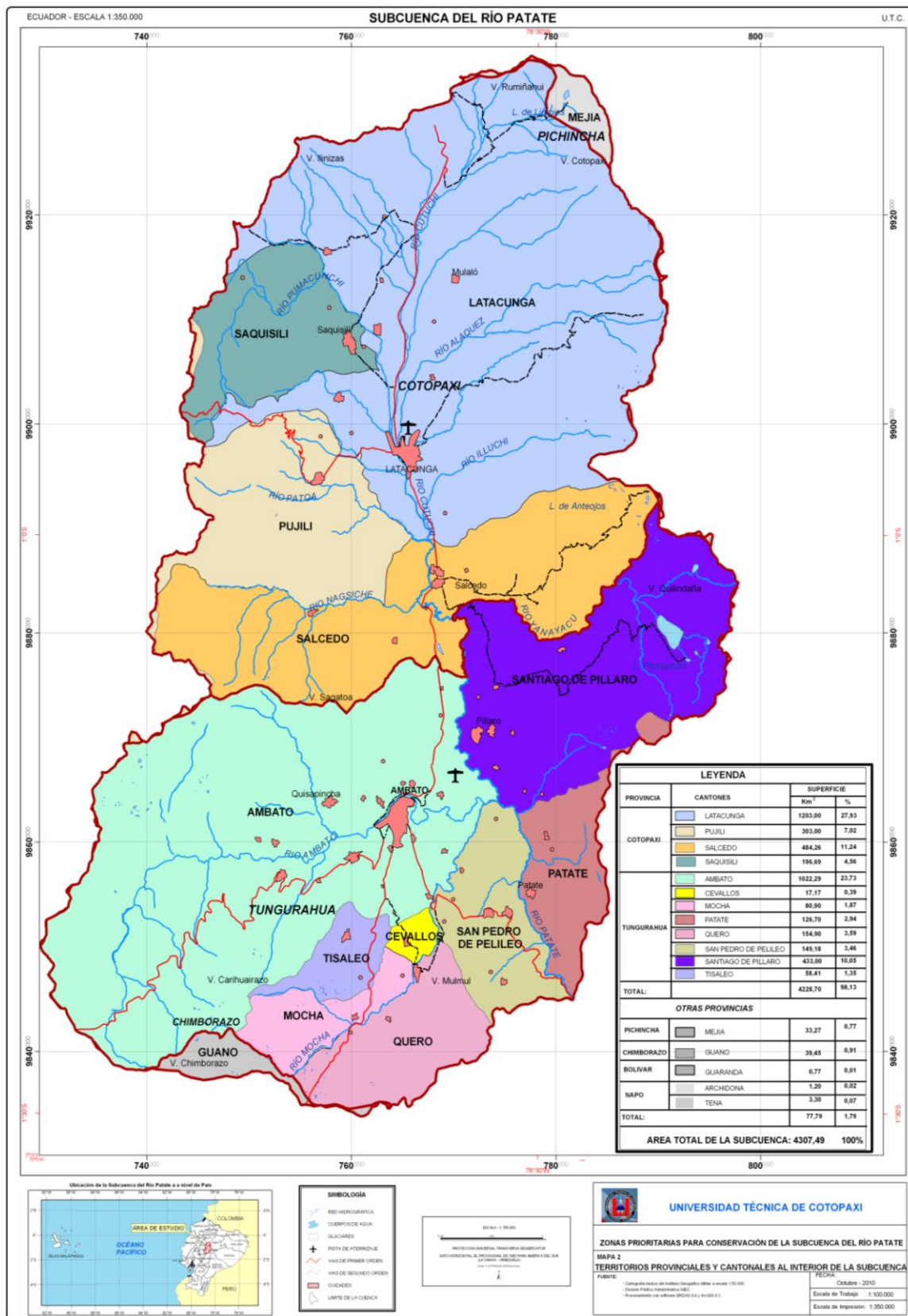
- Klink (1974); Alexsandrova (1981). en: Cervantes., Jorge et. al. **La Ecología Del Paisaje En El Contexto Del Desarrollo Sustentable**. Tamaulipas – México.
  
- Lucero, R. 2008. **Documento de consultoría sobre el Clima para el proyecto “Generación de Geoinformación de la Cuenca Alta y Media del Río Pastaza”**. CLIRSEN, Quito – Ecuador.
  
- MAG-SIGAGRO-CLIRSEN-IICA. **Cartas de suelos y Leyendas explicativas**. Escala 1:50.000, MAG.
  
- MAE, 2005. **Áreas Protegidas. Reserva Ecológica Los Illinizas**. Quito – Ecuador.
  
- Mena V., G. Medina y R. Hofstede (Eds). 2001. **Los Páramos del Ecuador**. Particularidades, Problemas y Perspectivas. Abya-Yala/Proyecto Páramo. Quito-Ecuador.
  
- Ministerio de Energía y Minas, 1980, 1981. **Mapas Geológicos, escala 1:100.000**. Quito-Ecuador
  
- PRONAREG - ORSTOM. **Cartas de suelos y Aptitud Agrícola**. Escala: 1:250.000. MAG-PRONAREG - ORSTOM.
  
- Sierra, R. 1999. **Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental**. Quito - Ecuador.

- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE & NATURAL RESOURCES  
CONSERVATION SERVICE. Traducido por Ortiz, C. 2006. **Claves para la Taxonomía de Suelos**. Décima edición.
- USDA. 1961. **Land capability classification**. Agricultural Handbook 210, Washington, DC: US Government Printing Office.
- Winckell, Alan. 1997. **Paisajes Naturales del Ecuador**. Quito-Ecuador.

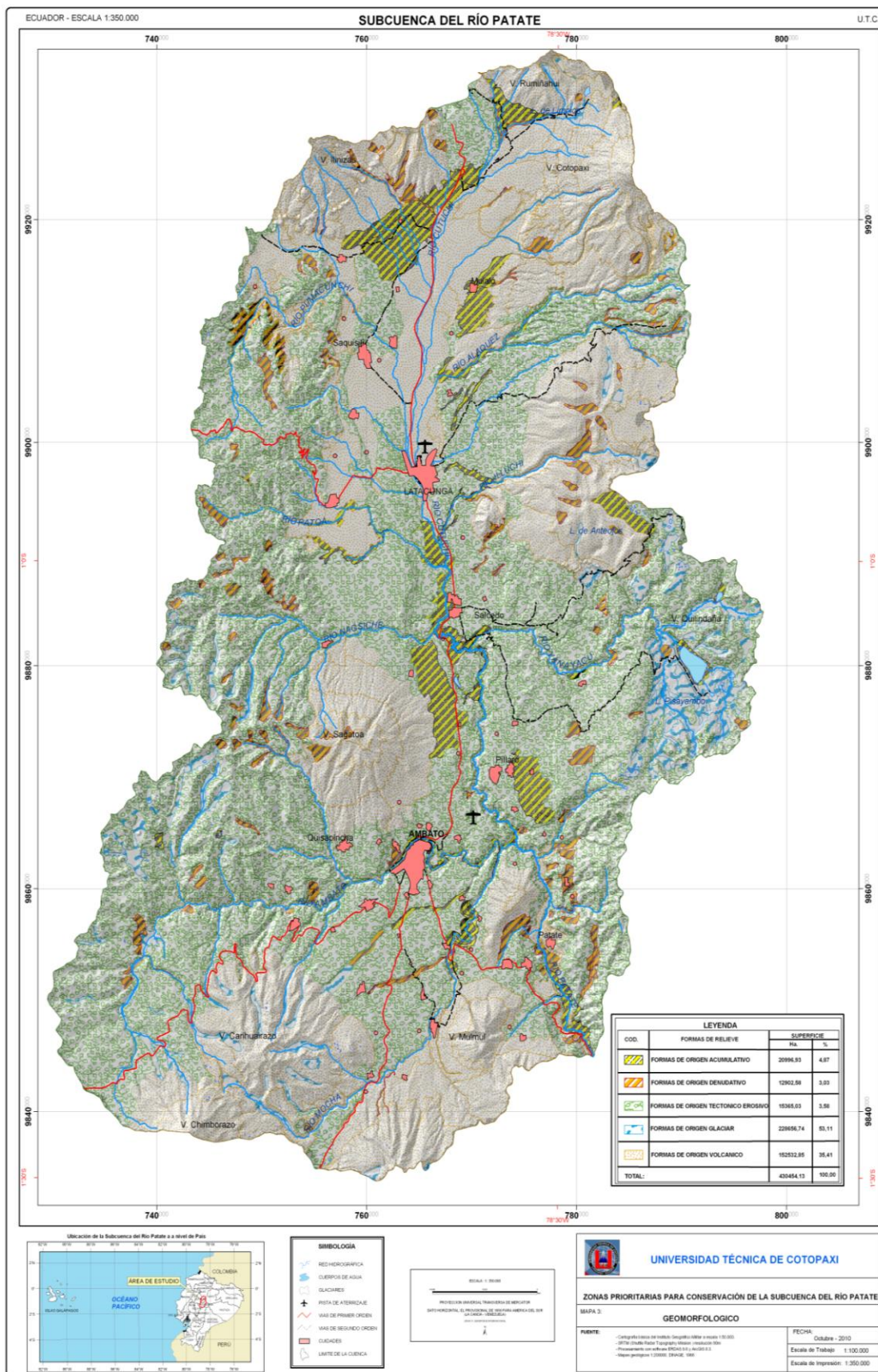
## **ANEXO 1**

### **MAPAS TEMÁTICOS**





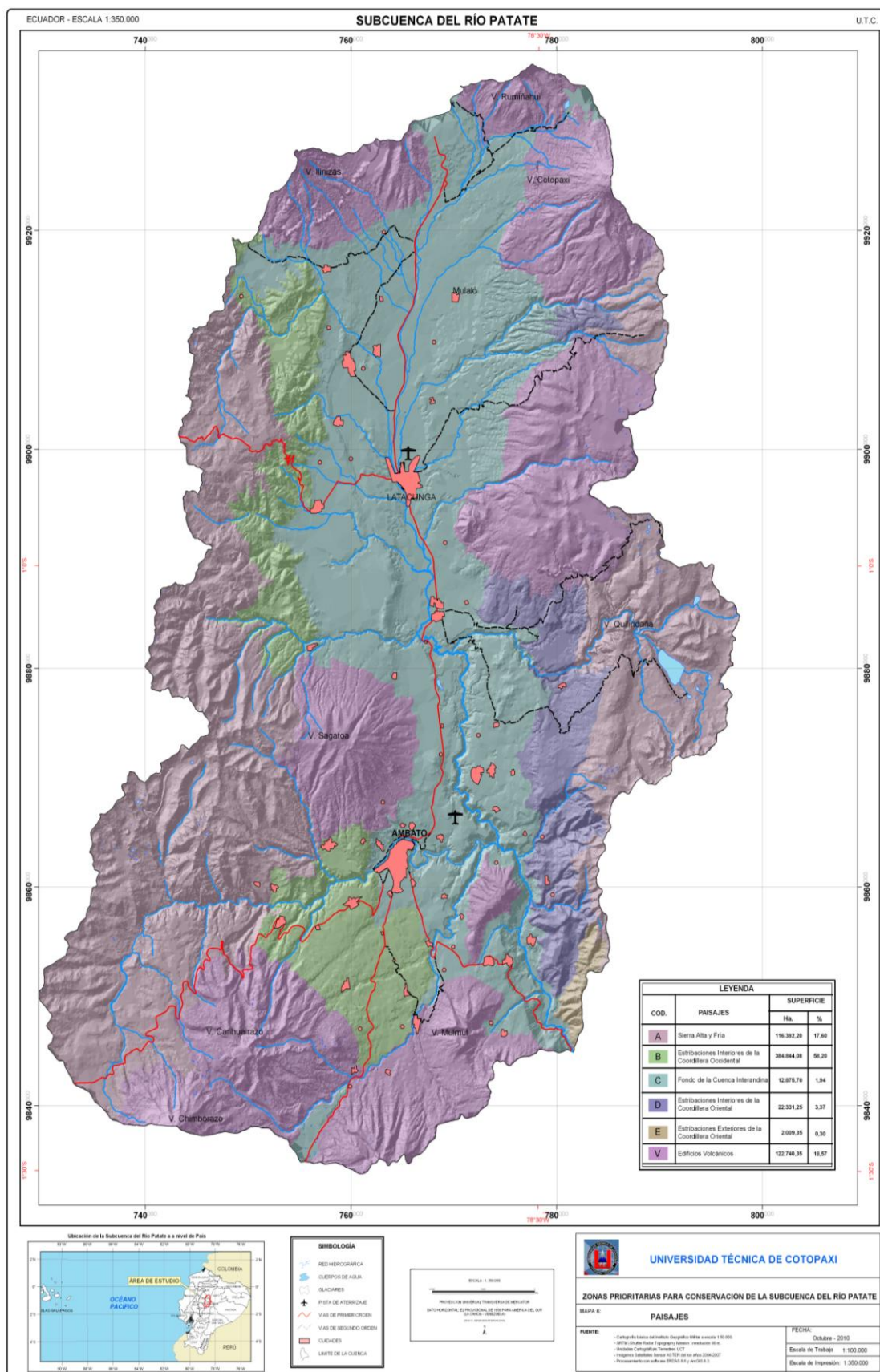




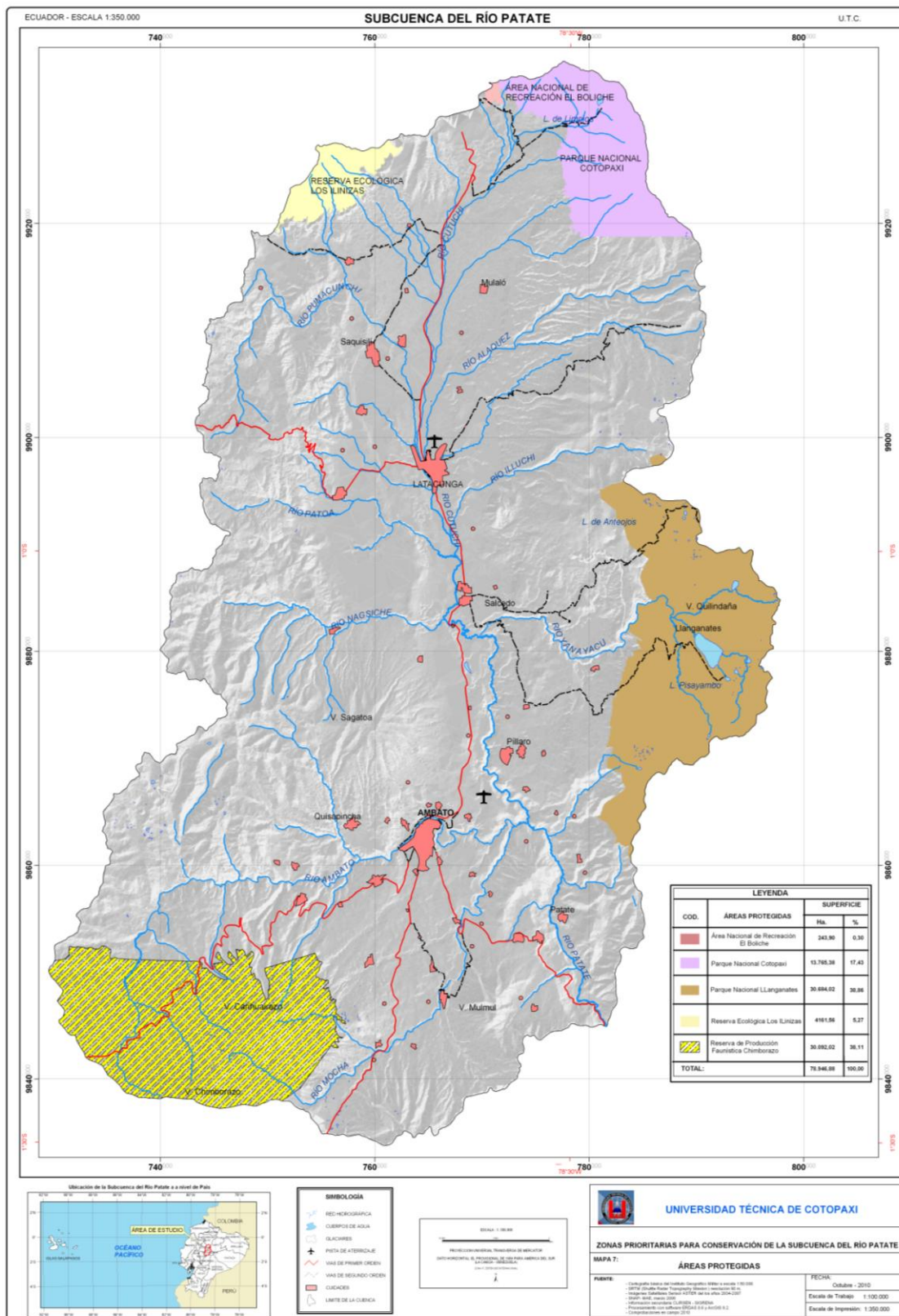








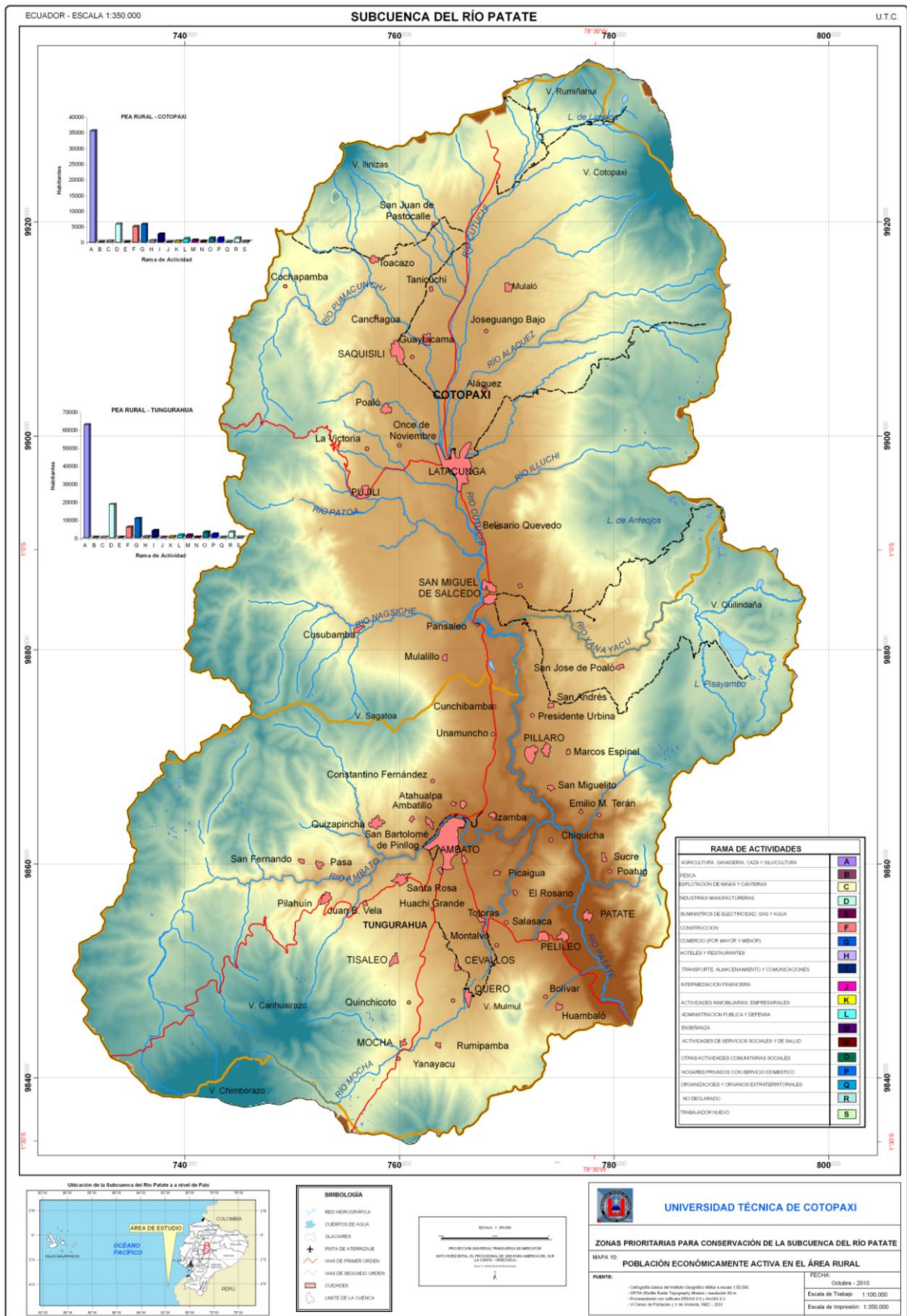






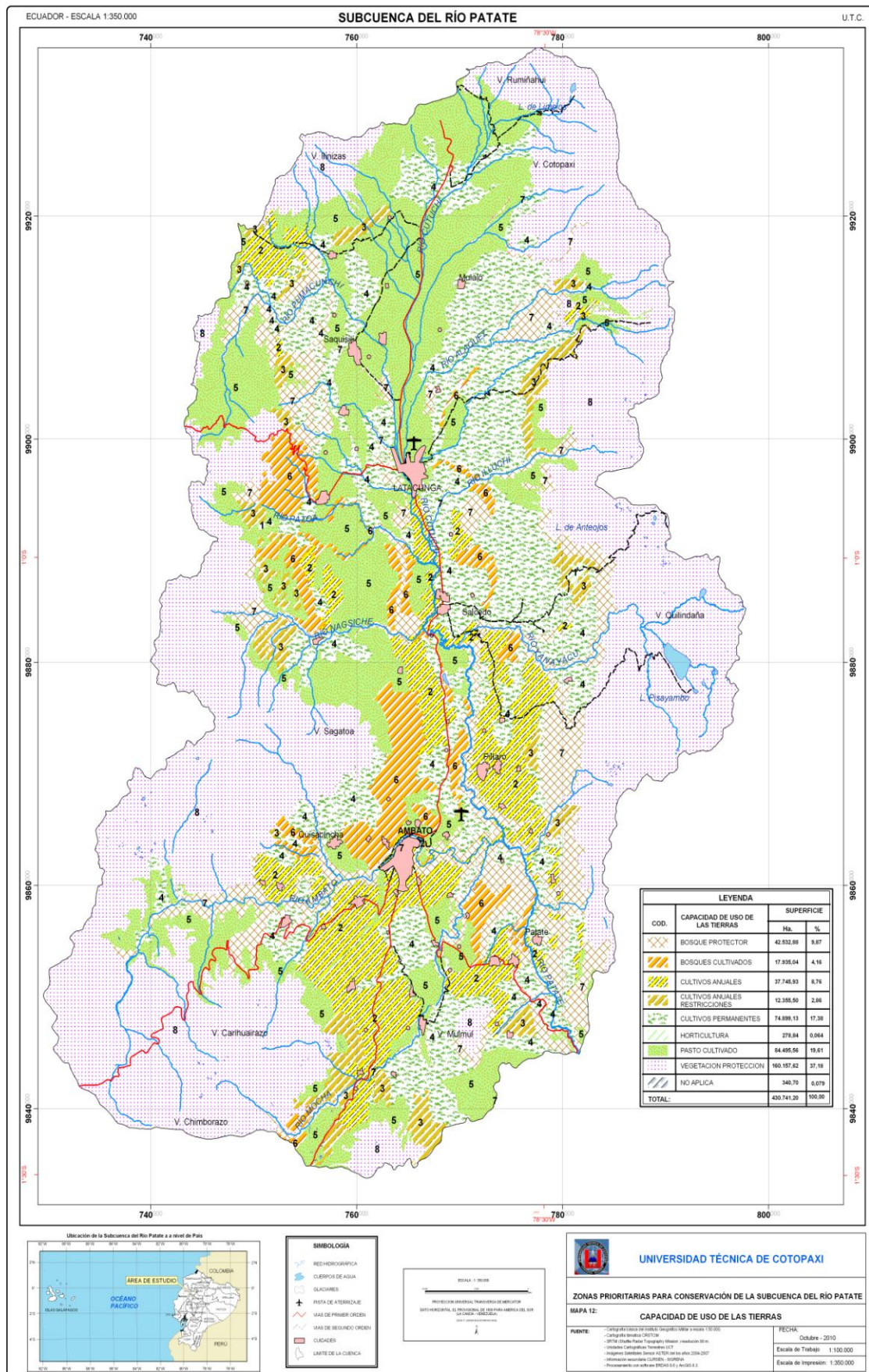






















## **ANEXO 2**

# **FOTOGRAFÍAS**





**Fotografía 1:** Desfogue de Familia Sancela



**Fotografía 2:** Desfogue de Familia Sancela





**Fotografía 3:** Desfogue de Familia Sancela y unión con el



**Fotografía 4:** Desfogue de Familia Sancela





**Fotografía 5:** Desfogue de Familia Sancela y unión con el Río Cutuchi



**Fotografía 6:** Desfogue de Familia Sancela y unión con el Río Cutuchi





**Fotografía 7: Molinos Poulter S.A.**



**Fotografía 8: Río Cunuyacu**



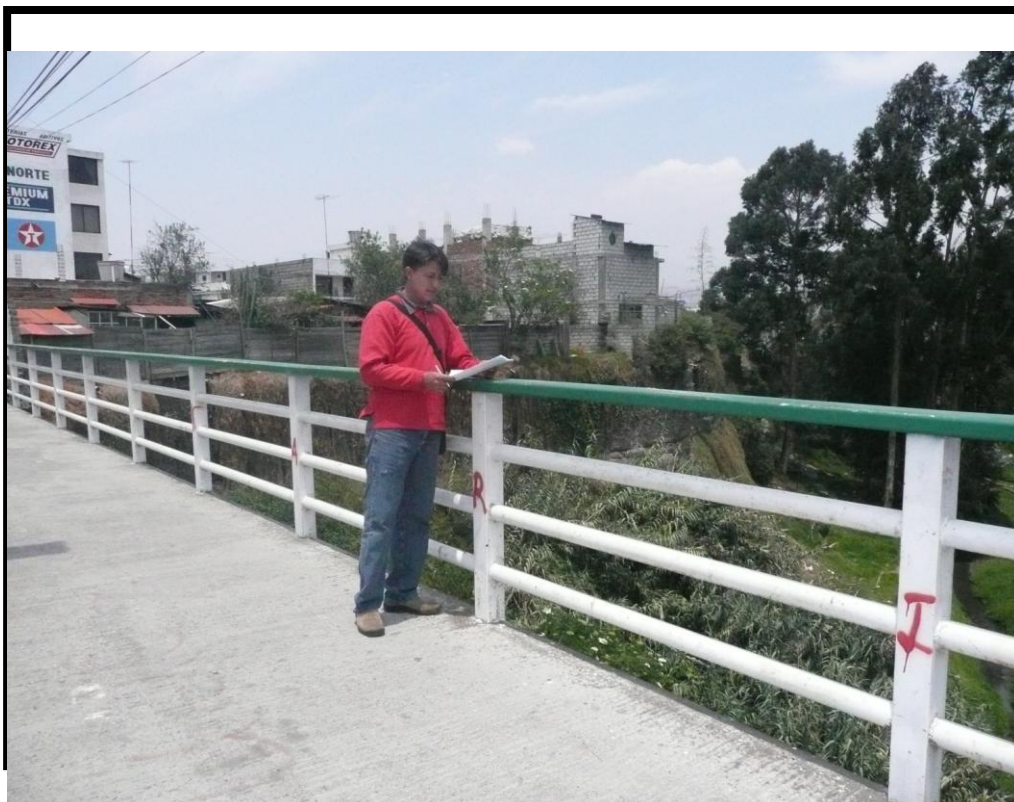


**Fotografía 9:** Toma de Agua. Latacunga



**Fotografía 10:** Parque 5 de Junio.





**Fotografía 11:** Puente de la Quebrada Comprade Huaycu



**Fotografía 12:** Quebrada Compadre Huaycu.





**Fotografía 13:** Río Cutuchi a la altura del Camal Metropolitano de Salcedo



**Fotografía 14:** Canal que desemboca en el Río Cutuchi Camal de Salcedo





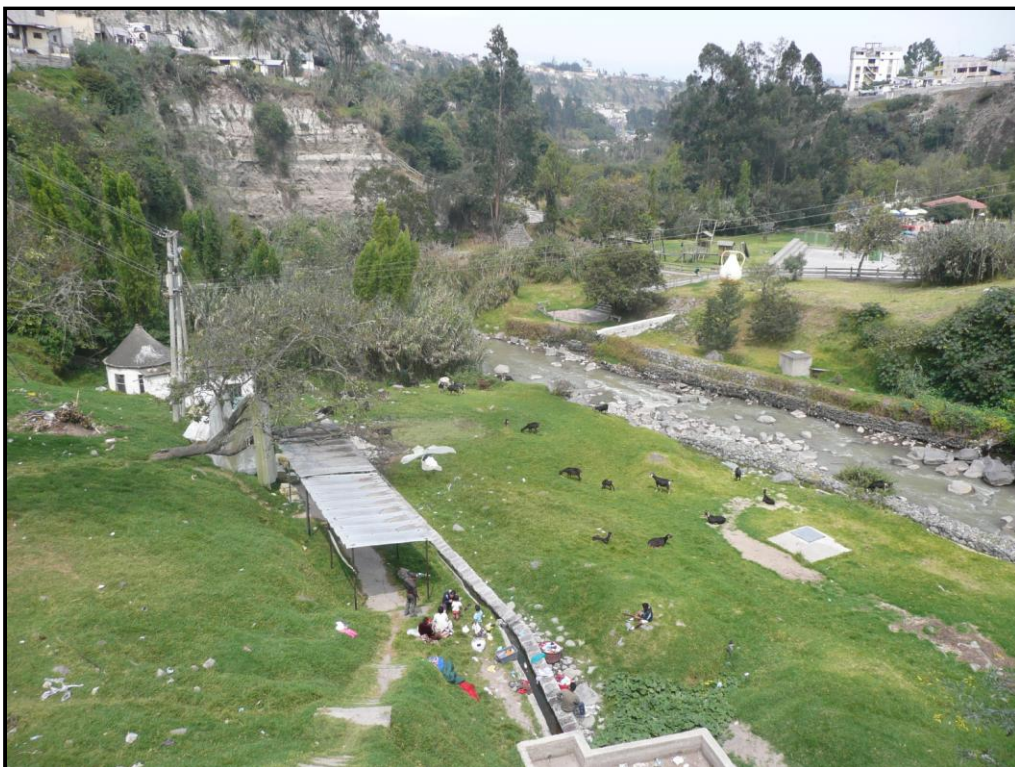
**Fotografía 15: Laguna de Yambo**



**Fotografía 16: Laguna de Yambo**



**Fotografía 17: Río Ambato, Sector del Socavón**



**Fotografía 18: Río Ambato, sector del**





**Fotografía 19: Puente antiguo Juan León Mera**



**Fotografía 20: Puente antiguo Juan León**





**Fotografía 21: Río**



**Fotografía 22: Unión del Río Cutuchi con el Río**





**Fotografía 23: Puente de Salache Bajo**



**Fotografía 24: Cantera en el Sector de Salache**

**ANEXO 3**

**TRABAJO DE CAMPO**

**PUNTOS GPS**